

JOSÉ MIGUEL DA SILVA PIRES INÁCIO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NO CENTRO
DESPORTIVO NACIONAL DO JAMOR**

Orientador da Universidade: Doutor Ricardo Silvestre

Orientador da Instituição de Acolhimento: Doutor João Beckert

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2018

JOSÉ MIGUEL DA SILVA PIRES INÁCIO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NO CENTRO
DESPORTIVO NACIONAL DO JAMOR**

Relatório defendido em provas públicas, na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, para a obtenção do Grau Mestre em Exercício e Saúde, no Curso de Mestrado em Exercício e Saúde, segundo o Despacho de Nomeação de júri nº. 290/2018, com a seguinte composição

Presidente: Professor Doutor António José Labisa da Silva Palmeira

Arguente: Professor Doutor Ricardo Silvestre

Orientador: Doutor João Beckert

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2018

O presente documento, tem vista à obtenção do grau de Mestre em Exercício e Saúde pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, elaborado pelo candidato José Miguel da Silva Pires Inácio e orientado pelo Professor Doutor Ricardo Silvestre.

Residente na região de Lisboa, o candidato, frequenta a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, tendo-se licenciado em Desporto Escolar. Um maior envolvimento na área do exercício físico, levou-o a querer aprofundar conhecimentos e obter o Grau de Mestre na área do Exercício e Saúde, levando a sua inscrição no Mestrado de Exercício Saúde e Bem-Estar.

O interesse do candidato pelo alto rendimento tem vindo a aumentar, uma vez que proximidade da área e do trabalho com atletas tem surgido naturalmente. Deste modo, o Centro Desportivo Nacional do Jamor apresentava as condições para desenvolver, e consolidar competências no âmbito da concepção, e aplicação de programas de exercício em atletas de alto rendimento. Igualmente de interesse para o candidato, é a área de respostas metabólicas e fisiológicas ao treino e à competição, tendo em vista o aumento da performance e na obtenção de resultados.

Resumo

Este relatório de estágio está dividido em duas partes: i) A primeira parte corresponde à Revisão Sistemática da Literatura (RSL), em que se estuda efeitos positivos resultantes do protocolo de treino, *live high-train low* (LHTL) em atletas de alto rendimento a diferentes altitudes; ii) A segunda parte diz respeito ao estágio realizado no Centro Desportivo Nacional do Jamor (CDNJ). Por desafio do orientador, houve o objetivo de me incorporar no maior número de atividades na instituição de acolhimento (IA), e tornar o estágio o mais eclético possível. Foram realizadas duas iniciativas de melhoria de serviço, a implementação de um novo serviço de apoio a atletas, e por fim, uma análise científica de dados, recolhidas na IA.

Na RSL apreciaram-se as variáveis fisiológicas, consumo máximo de oxigénio ($VO_2\text{max}$), ventilação (VE), e frequência cardíaca (FC), resultantes da aplicação do protocolo LHTL. Cinco estudos foram analisados, por terem protocolos de treino idênticos, a diferentes altitudes, e um período mínimo de vinte e quatro dias de duração. Conclui-se que o modelo de treino '*live high-train low*' pode ser mais benéfico para os atletas que estejam interessados em melhorar o seu: $VO_2\text{max}$ e VE.

Quanto ao estágio, primeiramente irá ser descrita a caracterização da IA. Posteriormente serão apresentadas as propostas de iniciativas de melhoria de serviços existentes na IA. A primeira proposta foi, através da realização da avaliação da glicemia e lactatémia pré prova máxima progressiva em terreno, com jogadores de futebol da primeira liga, para se responder à pergunta de qual a pertinência da avaliação destas variáveis de interesse como fatores explicativos de desempenho.

A segunda proposta foi, o estabelecimento de novos limites de controlo de saturação arterial em permanência de altitude simulada, uma vez que esse serviço é um dos mais requisitados na IA, para apoio aos atletas de alto rendimento.

Será apresentada a criação de um novo serviço para a IA, que teve como objetivo auxiliar os atletas nos programas de treino de força, através da criação e implementação de uma bateria de exercícios de treino específicos, da modalidade de halterofilismo.

É também apresentado um tratamento científico de dados, desenvolvido a partir do laboratório da Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino (UMDCT), do CAR-Jamor, onde foi analisado o efeito de uma refeição trinta minutos antes de uma prova máxima progressiva com velocidades pré-definidas em patamares de três minutos em variáveis metabólicas e variáveis

ventilatórias. Esta observação teve o objetivo de verificar o efeito das diferentes refeições nas variáveis glicemia, $VO_2\text{max}$ e tempo máxima em prova (T_{max}).

Por último, algumas considerações são apresentadas, resultantes do processo de estágio.

Palavras-Chave: regulação energética, exercício físico, consumo de oxigénio máximo, lactato

Abstract

This report is divided into two parts: i) The first part corresponds to the Systematic Review of Literature (RSL), which studies positive effects resulting from the training protocol, live high-train low (LHTL) in high-performance athletes at different altitudes; (ii) The second part concerns the internship at the National Sports Center in Jamor (CDNJ). Because of the adviser challenge, the objective was to incorporate the greatest number of activities at the host institution (IA), and make the internship as eclectic as possible. Two service improvement initiatives were implemented, the implementation of a new service to support athletes, and finally, a scientific analysis of data collected in the IA.

At RSL, the physiological variables, maximal oxygen consumption ($VO_2\text{max}$), ventilation (VE), and heart rate (HR) were observed, resulting from the application of the LHTL protocol. Five studies were analyzed, having identical training protocols at different altitudes, and a minimum of twenty-four days duration. It is concluded that the 'live high-train low' training model may be more beneficial for athletes who are interested in improving their: $VO_2\text{max}$ and VE.

As for the stage, the characterization of AI will first be described. Subsequently, the proposals for existing service improvement initiatives in AI will be presented. The first proposal was to perform the evaluation of blood glucose and lactate before a maximum progressive test in the field, with soccer players of the first Portuguese league, to answer the question of the pertinence of the evaluation of these variables of interest, as explanatory factors of performance.

The second, the establishment of new limits of control of arterial saturation in simulated altitude, since this service is one of the most requested in the AI, to support the athletes performance.

The creation of a new service for AI, will be presented aimed at assisting athletes in strength training programs, through the creation and implementation of a battery of specific training exercises, in the weightlifting modality.

Also presented is a scientific data treatment, developed from the laboratory of the Unit of Sports Medicine and Training Control (UMDCT), CAR-Jamor, where the effect of a meal was analyzed thirty minutes before a maximum progressive test with pre-defined velocities in metabolic variables and ventilatory variables. This observation had the objective of verifying the effect of the different meals on the variables glycemia, $VO_2\text{max}$ and maximum time in the test (T_{max}).

Finally, some considerations are presented, resulting from the internship process.

Keywords: energetic regulation, exercise, maximum oxygen consumption, lactate

Abreviaturas e Siglas

CAR - Centro de Alto Rendimento do Jamor
CDNJ - Centro Desportivo Nacional do Jamor
CG - Control Group
CPJ - Complexo de Piscinas do Jamor
EPO - Produção de Eritropoietina
EUA - Estados Unidos da América
FC – Frequência Cardíaca
HC - Hidratos de Carbono
IA – Instituição de Acolhimento
IPAQ - Questionário de atividade física
LHTL - Live High-Train Low
LL - Live Low
LOE - Level of Evidence
O₂ – Oxigénio
PA - Programa Altitude
PO₂ - Pressão Parcial do Oxigénio
PPO - Potência de Pico
PRO - Proteína
QR - Quociente Respiratório
RCP - Ponto de Potência de Compensação Respiratória
RM - Repetição Máxima
RSL - Revisão Sistemática de Literatura
SA - Sala Altitude
SPO₂ - Saturação Parcial de Oxigénio
Tmax. - Tempo Máximo
UMDCT - Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino
V_e – Ventilação
VCO₂ – Volume de Dióxido De Carbono
VO₂ – Consumo de Oxigénio
VO₂max – Consumo Máximo De Oxigénio
VO₂maxE - Volume de Oxigénio Máximo Estimado

Índice Geral

2. Introdução geral ao Relatório de Estágio.....	15
3. Objetivos gerais	16
3.1. Objetivos específicos.....	16
4. Revisão Sistemática de Literatura	17
4.1. Introdução	17
4.2. Adaptações Fisiológicas ao treino	17
4.3. Métodos.....	19
4.3.1. Estratégia de Pesquisa	19
4.4. Critérios de inclusão da pesquisa	19
4.5. Critérios de exclusão da pesquisa	20
4.6. Qualidade metodológica dos estudos	20
4.7. Processo de Seleção.....	20
4.8. Resultados	21
4.9. Desenho dos estudos.....	22
4.10. Participantes.....	22
4.11. Metodologia	22
4.12. Exposição à altitude.....	22
4.13. Efeitos do modelo LHTL	22
4.14. Discussão.....	29
4.15. Conclusão	30
4.16. Bibliografia.....	30
5. ESTÁGIO CDNJ	33
5.1 Introdução	33
5.2 Descrição da Instituição de Acolhimento	33
5.2.1 Atividades oferecidas pelo Complexo de Piscinas do Jamor (CPJ)	34
5.2.2. Atividades Aquáticas:.....	35
5.2.3 O Centro de Alto Rendimento do Jamor (CAR-Jamor).....	36
6. Serviços e Equipamentos no CAR-Jamor	37
6.1. Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino (UMDCT)	37
6.2. Apoio ao Treino de Atletas de Alto Rendimento:.....	37
6.2.1. Laboratório de Avaliação e Centro de Treino	37
6.3. Principais áreas de intervenção.....	38
6.4. Descrição sumária das componentes avaliáveis.....	38
6.4.1. Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória com análise de gases – Potência Aeróbia	

.....	38
6.4.2. Avaliação da Resistência Anaeróbia – Potência e Capacidade	39
6.4.3. Avaliação da Função Neuromuscular	39
6.4.4. Avaliação da Função Muscular Dinâmica	40
6.4.5. Força Reativa	40
6.4.6. Avaliação da Função Muscular Dinâmica em Regime Isocinético.....	41
6.4.7. Avaliações de Terreno	41
6.4.8. Composição Corporal	41
6.4.9. Avaliação do Metabolismo de Repouso	42
6.4.10. Flexibilidade.....	42
6.4.11. Avaliação da velocidade	42
6.4.12. Avaliação bioquímica	42
6.5. Sala de Treino de Atletas de Alto Rendimento	43
6.6. Sala Altitude (SA).....	43
6.7. Residência do Centro de Alto Rendimento.....	43
6.8. Centro de Estágio para Desportistas.....	44
7. Iniciativas para melhoria de serviços já existentes no CAR-Jamor, “Avaliação e glicémia e lactatémica pré prova progressiva máxima em terreno”, e “Novos limites de controlo de saturação arterial em permanência de altitude simulada”.....	45
7.1. Iniciativa de melhoria de um serviço: “Avaliação da glicemia e lactatémica pré teste máximo progressivo em terreno, para melhor compreensão dos resultados obtidos no teste”.....	45
7.1.1. Introdução.....	45
7.1.2. Revisão Literatura.....	46
7.2. Métodos	47
7.2.1. Materiais e Procedimentos	47
7.3. Análise Estatística.....	49
7.3.1. Resultados.....	49
7.4. Discussão dos resultados	52
7.5. Bibliografia	53
8. Iniciativa de melhoria do serviço, “Novos limites de controlo de saturação arterial em permanência de altitude simulada”.....	54
8.1. Introdução	54
8.2. Revisão Literatura	55
8.3. Métodos	57
8.3.1. Materiais e Procedimentos	57

8.3.2. Tratamento de dados	61
8.4. Resultados	62
8.5. Discussão dos resultados	64
8.6. Bibliografia.....	64
9. Iniciativa da criação de um novo serviço no CAR-Jamor, “Desenvolvimento e produção de baterias de exercícios de treino de força específicos da modalidade de halterofilismo, como complemento a programas de treino gerais”	66
9.1. Introdução	66
9.2. Metodologia	66
9.2.1. Materiais e Procedimentos.....	66
9.2.2. Critérios de seleção para o programa de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais.	67
9.2.3. Critérios de exclusão para o programa de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais.	67
9.2.4. Planeamento.....	67
9.2.5. Questionários.....	68
9.3. Análise	70
9.4. Resultados	76
9.5. Discussão dos resultados.....	79
9.6. Bibliografia.....	80
10. Iniciativa de um tratamento de dados fisiológicos e metabólicos num estudo com manipulação alimentar e provas progressivas máximas.	81
10.1. Introdução	81
10.2. Revisão de literatura.....	81
10.3. Métodos.....	83
10.3.1. Desenho do Estudo.....	83
10.3.2. Critérios de seleção	83
10.3.3. Critérios de exclusão.....	83
10.4. Materiais e Procedimentos	83
10.5. Análise estatística.....	86
10.6. Resultados	86
10.6.1. Caracterização dos participantes	86
10.6.2. Caracterização dos hábitos alimentares.....	86
10.6.3. Caracterização dos hábitos de atividade física nos 3 dias antes da intervenção.	87
10.6.4. Caracterização do dispêndio energético semanal dos participantes.....	87
10.6.5. Caracterização da refeição pré-exercício	87

10.7 Resultados do estudo.....	88
10.6.3. Discussão dos resultados	95
10.7. Bibliografia	98
11. Apreciação global do estágio no CAR-Jamor.....	101

Índice de Figuras

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de artigos a incluir na revisão.....	21
Figura 2. Tabela de Cohen para magnitude de correlações bi-variáveis.....	50
Figura 3. Exemplo de carta de controlo usada no Programa Altitude (PA) do CAR-Jamor.	55
Figura 4. Oxímetro usado para medição de exposição a altitude.....	58
Figura 5. Informação no visor do oxímetro.....	59
Figura 6. Exemplo de relatório de oxímetro.....	60
Figura 7. Valor médio de saturação após registo de permanência noturna.....	61
Figura 8. Representação de valores médios de S_pO_2 na 1ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR- Jamor (a cheio).....	62
Figura 9. Representação de valores médios de S_pO_2 na 2ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR- Jamor (a cheio).....	63
Figura 10. Representação de valores médios de S_pO_2 na 3ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR-Jamor (a cheio).....	63
Figura 11. Planeamento do Programa de Introdução ao Halterofilismo.....	68
Figura 12. Questionário de satisfação aos atletas na prática de exercícios de introdução ao halterofilismo	
Figura 13. Posição inicial do <i>Snatch</i> /Arranque.....	71
Figura 14. Posição inicial e primeira puxada do <i>Snatch</i> /Arranque.....	71
Figura 15. Extensão completa do <i>Snatch</i> /Arranque.....	72
Figura 16. Posição Final <i>Snatch</i> /Arranque.....	72
Figura 17. Posição inicial do <i>Clean</i> /Arremesso.....	73
Figura 18. Primeira puxada do <i>Clean</i> /Arremesso.....	73
Figura 19. Extensão completa, mais <i>High Pull</i> do <i>Clean</i> /Arremesso.....	74
Figura 20. Posição de <i>Front Squat</i> /Agachamento à frente.....	74
Figura 21. Posição de Inicial/ Preparação do <i>Jerk</i>	75
Figura 22. <i>Dip</i> para o <i>Jerk</i>	75
Figura 23. Posição Final <i>Clean&Jerk</i> /Arremesso.....	76
Figura 24. <i>Snatch</i> / <i>Arranque</i>	78
Figura 25. <i>Clean&Jerk</i> / <i>Arremesso</i>	79

Figura 26. Valores de Glicémia nas duas condições nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.	90
Figura 27. Valores de consumo de oxigénio (VO_2) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.	91
Figura 28. Valores de ventilação (V) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.....	93
Figura 29. Valores de quociente respiratório (QR) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.	94
Figura 30. Consumo máximo de oxigénio, e tempo máximo de prova entre condições. .	95

Índice de Figuras

Tabela 1. Palavras-chave utilizadas para a pesquisa da RSL (modelo PICO)	19
Tabela 2. Patamares de velocidade do teste de Léger.....	49
Tabela 3. Caracterização dos atletas de uma equipa profissional da 1ª Liga de Futebol.	49
Tabela 4. Correlações entre variáveis de interesse Lactato Pré, VO ₂ maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.	50
Tabela 5. Correlações entre variáveis de interesse Glicemia Pré, VO ₂ maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.	51
Tabela 6. Correlações entre variáveis de interesse Lactato Pós, VO ₂ maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.	51
Tabela 7. Correlações entre variáveis de interesse Glicemia Pós, VO ₂ maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.	52
Tabela 8. Avaliação do Questionário Inicial de satisfação aos atletas.....	69
Tabela 9. Avaliação do Questionário Final de satisfação aos atletas.	70
Tabela 10. Avaliação dos pontos de execução do movimento <i>Snatch</i> ou Arranque dos atletas.	76
Tabela 11. Avaliação dos pontos de execução do movimento <i>Clean&Jerk</i> ou Arremesso dos atletas.	77
Tabela 12. Avaliação dos Pontos de Execução do movimento <i>Jerk</i> ou Arremesso dos atletas.	77
Tabela 13. Valores da amostra em variáveis de composição corporal.	86
Tabela 14. Caracterização alimentar nos três dias antes da intervenção.	87
Tabela 15. Caracterização das refeições pré-exercício.	88
Tabela 16. Tratamento da normalidade da distribuição VO ₂	89
Tabela 17. Tratamento da normalidade da distribuição VO ₂	90
Tabela 18. Tratamento da normalidade da distribuição V.	92
Tabela 19. Tratamento da normalidade da distribuição QR.	93

2. Introdução geral ao Relatório de Estágio

Para a realização do estágio, foram estabelecidas diversas tarefas, definidas de interesse para o candidato, e para a Instituição de Acolhimento (CAR-Jamor). Essas tarefas são resumidas em seis fases.

2.1. Caracterização da Instituição de Acolhimento (IA) onde o estágio foi realizado.

2.2. Foi elaborada uma revisão sistemática de literatura (RSL), onde foi necessária a escolha de um tema, concordante com o estágio, e posterior pesquisa científica. O tema escolhido incidiu no modelo de treino em altitude '*live high-train low*' (LHTL).

2.3. A terceira tarefa consistiu na melhoria de um serviço já existente na IA. Onde foi implementado uma avaliação da glicemia e lactatémia pré prova máxima progressiva em terreno, com jogadores de futebol da primeira liga;

2.4. A quarta tarefa relaciona-se com o Programa Altitude (PA), um dos serviços do CAR-Jamor que presta apoio a atletas de alto rendimento, com a definição de novos limiares de saturação de oxigénio no apoio a atletas de alto rendimento expostos a altitude simulada.

2.5. A quinta tarefa passou pela criação de um novo serviço na IA. Com a criação e desenvolvimento de baterias de exercícios de treino de força específicos da modalidade de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais.

2.6. A sexta tarefa tratou-se de realizar uma análise científica de um conjunto de dados recolhidos na IA.

3. Objetivos gerais

Para enquadramento das tarefas de interesse para o candidato e para a IA, foram traçados os seguintes objetivos gerais.

- Dominar instrumentos e protocolos de avaliação de aptidão física, e desempenho atlético, utilizados no Laboratório de Avaliação e Controlo de Treino, assim como a interpretação dos resultados e sua utilização para a prescrição de exercício.
- Adquirir capacidade para elaborar com autonomia o planeamento, prescrição e acompanhamento de programas de exercício para atletas.
- Adquirir competências necessárias para poder criar um programa de melhoria de performance desportiva.
- Desenvolver capacidade para trabalhar em equipa multidisciplinar dentro dos programas especiais.

3.1. Objetivos específicos

- Desenvolver autonomia na aplicação, de questionários de atividade física (IPAQ); e registos alimentares a atletas.
- Desenvolver autonomia na avaliação, do peso (SECA); altura (SECA); bioimpedância (Akern modelo Srl, Florença, Itália); perímetro abdominal e da anca (DKSH).
- Desenvolver autonomia na avaliação, metabólica, pela recolha de sangue e utilização do dispensador (Hirschmann Laborgerate); glicemia (Accutrend Plus da Roche) e lactato (Lactate Scout Plus).
- Ser capaz de preparar, atletas no momento que antecede a avaliação, com a colocação de máscaras para análise de gases (Jaeger CPX Carefusion); cardiofrequencímetro (POLAR®, Polar FT4™).
- Desenvolver conhecimento sobre o treino em altitude, “*live high-train low*” (LHTL).

- Ganhar autonomia no planeamento e elaboração de baterias de exercícios de treino de força, específicos da modalidade de halterofilismo, como complemento a programas de treino gerais.

4. Revisão Sistemática de Literatura

4.1. Introdução

O modelo de treino em altitude '*live high-train low*' (LHTL) é usado, nomeadamente, por atletas de alto rendimento, de forma a potenciar a performance ao nível do mar (Wilber, R. L., et al. 2007). Levine, B.D., e Stray-Gundersen, J., (1997), introduziram este modo de treino que consiste em atletas residirem a uma altitude moderada de 2500 metros, descendo para treinar a 1250 metros. Este modelo de treino tem como objetivo criar adaptações fisiológicas, provocadas através da menor concentração de oxigénio nos tecidos (hipoxia) em altitude, durante o período de recuperação pós treino. Em altitude, não há alteração na pressão parcial do oxigénio (O_2), contudo, existe menor aporte de oxigénio alveolar e da fixação de transporte de O_2 no sangue. Sendo assim, a saturação da hemoglobina tem uma relação direta com a pressão parcial do oxigénio (PO_2) na atmosfera, ou seja, quanto maior a PO_2 nos alvéolos, maior a saturação da hemoglobina (Jon, P. W., et al. 2006). Como efeito, ocorre um aumento do consumo de oxigénio (VO_2) e consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), relativamente ao nível do mar, devido à exposição em altitude, conduzindo a uma melhoria da performance (Levine, B.D., e Stray-Gundersen, J., 1997; 2001).

Comparativamente a testes realizados em período pré e pós exposição à altitude (Buskirk et al. 1967; Faulkner et al. 1967; Daniels, J., e Oldridge, N., 1970; Dill, D. B., Adams, W. C., 1971; Levine, B.D., e Stray-Gundersen, J., 1997; Stray-Gundersen, J., et al. 2001; Gore, C. J., et al. 2001) a ventilação pulmonar (VE) aumentou ao nível do mar durante exercícios de intensidades máximas, e sub-maximais. A frequência cardíaca (FC) durante exercícios sub máximas foi significativamente inferior, imediatamente pós exercício em altitudes entre os 1800 e 2000m. Em testes normobáricos a VE e FC não foram alteradas, depois do treino em altitude.

4.2. Adaptações Fisiológicas ao treino

O consumo de oxigénio (VO_2) é uma das variáveis mais importantes no estudo do

desempenho desportivo, sendo utilizada por treinadores para avaliar a capacidade aeróbia, (Astrand, P. O., e Rodahl, K., 1986). Esta variável pode ser medida de forma direta, por método de análise de gases, ou de forma indireta com testes que servem para obter resultados para a aplicação de fórmulas. O VO_2 exprime uma relação, entre o consumo de oxigénio, em mililitros, por quilograma do peso, e, quanto maior for, melhor será o desempenho físico (ACSM, 2017). Já o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), refere-se à potência aeróbia do atleta, ou seja, a maior quantidade de oxigénio que um organismo pode captar em exercícios de intensidade elevada particularmente em situação de normoxia. Esta variável é mais vezes utilizada para avaliar a capacidade cardiorespiratória do atleta, assim como para prever o desempenho máximo.

O perfil da FC, em função do exercício, demonstra uma relação linear com a intensidade, ou seja, aumenta quando a intensidade do exercício aeróbio sobe, e normaliza, assim que o débito cardíaco e as exigências metabólicas do músculo esquelético são igualadas (Brown, K. e Higginbotham, K.O., 1986). A resposta da FC e a frequência cardíaca máxima (FCmax) podem variar consoante as características de cada indivíduo, inclusive, o estado de condição física, idade e intensidade de exercício. Mas a FCmax mantém-se relativamente inalterada com o treino (Zavorsky, G. S., 2000). Uma das vantagens do treino cardiovascular, consiste em baixar a frequência cardíaca de repouso, e diminuir a FC, em exercícios de intensidade sub-máximas (Blomqvist, C. G., Saltin, B., 1983), levando a uma melhoria da performance desportiva.

Com o exercício aeróbio, ocorre um aumento na ventilação por minuto, resultado de uma subida na frequência respiratória, na profundidade da respiração, ou de ambos (NSCA, 2008). Durante o exercício de intensidade elevada, a frequência na respiração pode subir entre doze a quinze ciclos por minuto. Consequentemente a ventilação por minuto pode aumentar entre quinze a vinte e cinco vezes, para noventa a cento e cinquenta litros por minuto (Nideffer, R.M., 1976).

Em ambientes com pressão atmosférica reduzida, encontrados principalmente em altitude, a tensão do oxigénio do ar inspirado encontra-se diminuída, ou seja, existe uma atmosfera de hipoxia (Grover, RF., Weil, JV., Reeves, JT., 1986). No exercício, em altitude, uma vez que a pressão se encontra diminuída, as necessidades de oxigénio aumentam, para realizar exercício em intensidades iguais. Passado alguns dias de exposição em altitude, a concentração sanguínea de hemoglobina faz aumentar a capacidade de transporte do oxigénio no sangue. Como consequência, menos trabalho cardíaco é necessário para manter as mesmas intensidades de exercício (Grover, RF., Weil, JV., Reeves, JT., 1986). Relativamente

ao sistema nervoso simpático, inicialmente a hipoxia em altitude faz aumentar a FC, no entanto, com a devida adaptação, a FC pode diminuir. O sistema nervoso parassimpático também pode ser estimulado em altitude, o que justifica uma redução na frequência cardíaca máxima (Roger, H., Mark, D., Maria, e Chira, 2007).

Em altitude, a capacidade aeróbia é menor. Estas diminuições podem ser atenuadas se for realizada uma adaptação prévia. Várias metodologias têm emergido sobre a adaptação à hipoxia em diferentes altitudes (Grover, RF., Weil, JV., Reeves, JT., 1986). Existe consenso que há uma melhoria na performance, devido a aumento de VO_2 e VO_{2max} (Levine, B.D., 1997 e Stray-Gundersen, J., 2001) em relação ao modo de treino a nível do mar. A ventilação pode subir cerca de 8%, em estágios entre 2200 e 2500 metros, mas mostra uma tendência para diminuir em exercícios submaximais, entre os 1700 e 2000 metros (Robert, C., et al, 2013). O objetivo da pesquisa em baixo irá incidir no modelo de treino em altitude ‘live high-train low’ (LHTL) em atletas de alto rendimento.

4.3. Métodos

4.3.1. Estratégia de Pesquisa

A pesquisa foi realizada entre fevereiro e março de 2017.

Recorreu-se a duas bases de dados distintas, PUBMED e Google académico. Utilizou-se o método “PICO” (Liberati, et al., 2009) utilizando as seguintes palavra-chave (((athletes) AND training) AND altitude) AND performance. Além dos artigos resultantes da pesquisa automática, também foram incluídos artigos resultantes de pesquisa manual.

População	Intervenção	Comparação/Controlo	Outcome
Athetes	Training	Altitude	Performance

Tabela 1 – Palavras-chave utilizadas para a pesquisa da RSL (modelo PICO)

4.4. Critérios de inclusão da pesquisa

Os participantes dos estudos tinham de ser atletas de alto rendimento, independentemente da modalidade. Para a revisão sistemática de literatura (RSL) foi incluído um *Randomized Control Trial* (RCT), sendo os restantes estudos com amostra de conveniência com grupo de controlo.

4.5. Critérios de exclusão da pesquisa

Estudos que não incluíssem pelo menos quatro das variáveis pretendidas (*training, altitude, athletes, performance*) não foram selecionados. Também foram excluídos estudos onde tenha existido intervenção nutricional, e por fim, estudos publicados com data inferior ao ano 2005 também foram excluídos.

4.6. Qualidade metodológica dos estudos

A qualidade metodológica foi avaliada com a escala PEDro (nos estudos RCT) e LOE (Level of Evidence) em todos os artigos incluídos, (Beaton, D., *et al* 2002); (Oxford Centre for Evidence-based Medicine, 2009).

4.7. Processo de Seleção

Resultado da pesquisa nas bases de dados *Pubmed* e Google Académico:

Na Figura 1 está representado o processo de seleção efetuado.

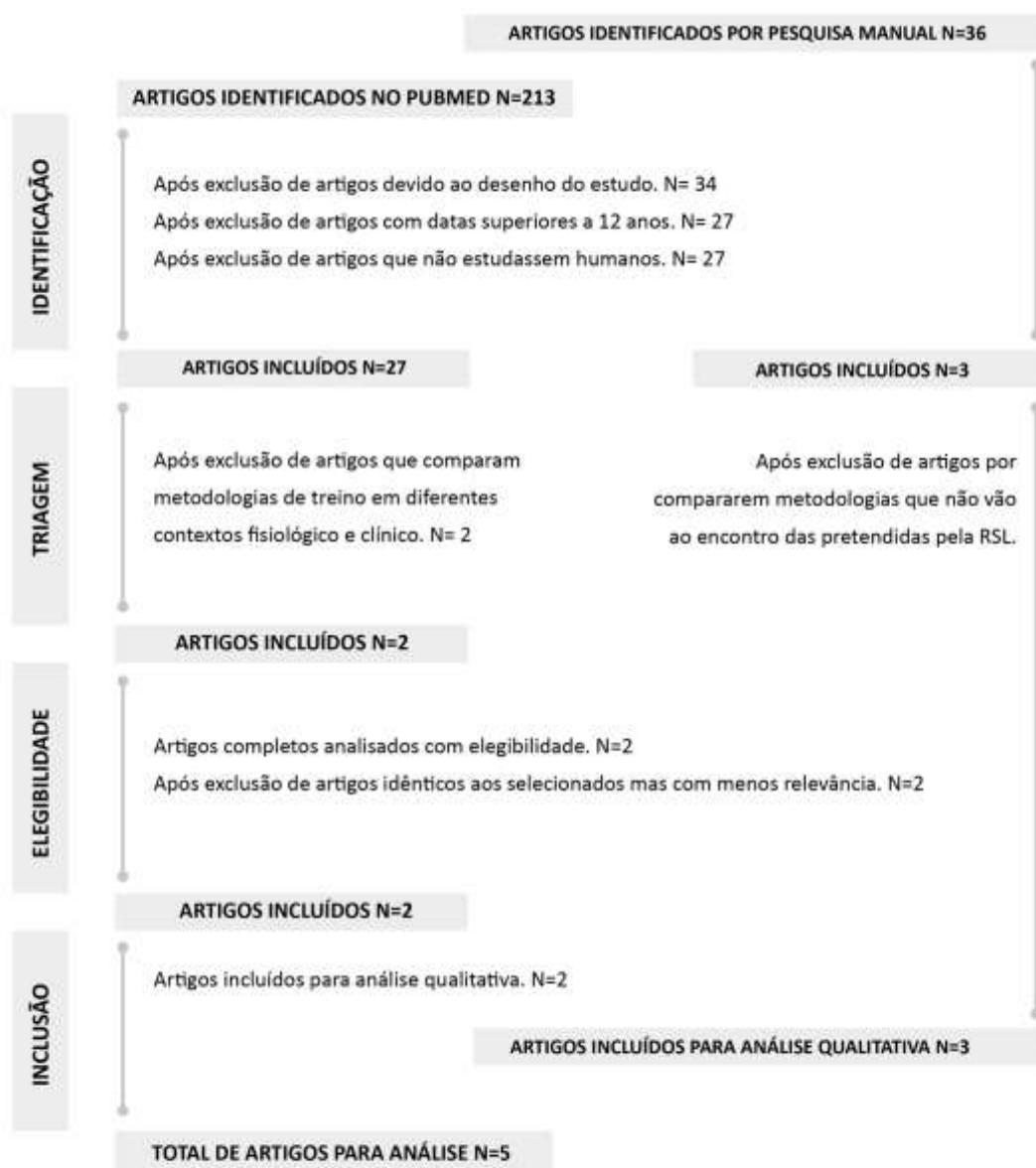


Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção de artigos a incluir na revisão.

4.8. Resultados

A descrição das características dos estudos selecionados encontra-se na Tabela 2. Para cada artigo foram descritas as seguintes características do estudo: tipo de estudo, duração da intervenção, amostra, descrição resumida da intervenção, resultados e conclusões.

4.9. Desenho dos estudos

Quando possível, foram escolhidos estudos do tipo RCT. No entanto, devido à natureza dos estudos, das intervenções, e do facto de ser uma condição não habitual (altitude) o número de estudos que satisfaz essa condição é muito reduzido.

4.10. Participantes

Em todos os estudos os participantes tinham um intervalo de idades entre os 20 e os 29 anos.

4.11. Metodologia

A forma de avaliação das variáveis foi semelhante entre os diferentes estudos e permitiu comparar de forma fidedigna os resultados obtidos. Antes, durante e após o período de altitude em LHTL, foram realizadas avaliações fisiológicas, para ver a evolução das variáveis de interesse ($VO_2\text{max}$, VE e FC). Sendo apresentado como informação adicional, algumas das variáveis são de âmbito analítico.

4.12. Exposição à altitude

Em todos os estudos foram comparadas altitudes, entre os 500 metros e 3500 metros, e o nível do mar. No entanto (Christoph, S., *et al* 2012) foram os únicos a comparar o efeito de diferentes altitudes em hipoxia normobárica. Em todos os estudos, houve no mínimo, um período de vinte e quatro dias de duração para análise.

4.13. Efeitos do modelo LHTL

Dos cinco estudos analisados, quatro mostraram que o modelo LHTL, conduz a um aumento do $VO_2\text{max}$ (Jon, W., *et al* 2006; Laurent, S., *et al* 2006 & Daniel, W., *et al* 2013; Robert, C., *et al* 2013). Três mostraram melhorias na VE (Jon, W., *et al* 2006; Laurent, S., *et al* 2006 & Daniel, W., *et al* 2013). No estudo de Robert, C., *et al* (2013) a VE e FC não foram alteradas, nem antes nem depois do treino em altitude. Apenas o estudo de Christoph, S., *et al* (2012) não apresentou melhorias na performance e resistência, nomeadamente no $VO_2\text{max}$. Este estudo foi o único a ser realizada em regime normobárico.

Estudo	Tipo de estudo	Amostra (número de participantes/ médias de idades)	Intervenção		Resultados/ Conclusões	Qualidade metodológica	
			Descrição	Objetivo		PEDro	LOE
Jon Peter Wehrlin, Peter Zuest, Joestein Hallén & Bernard Marti, 2006)	Amostra de conveniência com grupo de controlo	17 participantes 22anos	Antes de os atletas iniciarem o estudo em modelo LHTL foram efectuados testes de VO ₂ max em laboratório com recolhas sanguíneas. No mesmo dia, 7-10 horas depois o grupo em altitude a viver a 2500m e treinar a 1800 e 1000m (AG) correu <i>5k time trial</i> numa pista de 400 metros. Durante o período LHTL foram retiradas amostras sanguíneas no dia 1, 12 e 24.	Verificar diferenças do modelo 'Live high-train low' por 24 dias	Não houve diferenças na altura, peso, composição corporal, massa hemoglobínica (Hbmass), células vermelhas, volume plasmático e volume sanguíneo entre os grupos. No entanto o grupo CG apresentou maior VO ₂ max.	5	A

			Dito dias após o período LHTL os atletas realizaram novamente os testes com as mesmas medições, excepto o grupo de controlo a viver a 500 a 1600m (CG) não realizou $\dot{V}O_2\text{max}$.				
Laurent, Grégoire, Paul, Gérard, Julien, Jean & Jean Richalet, (2006)	Amostra de conveniência com grupo de controlo	40 Participantes/ 20 anos	Estudo realizado em 3 fases onde todos os atletas treinaram a nível do mar (1200m): fase 1 - verão 2002 - 11 atletas cross country skiers – 6 a viver em altitude, 5 a viver a nível do mar fase 2 - inverno 2002-2003 - 18 atletas nadadores – 9 a viver em altitude, 9 a viver a nível do mar fase 3 - outono 2003 - 11 atletas corredores – 5 a viver em altitude, 6 a viver a nível do mar O grupo <i>Live High</i> , passou por um	Estudar os efeitos do (Hi-Lo) na performance aeróbia e economia de esforço em atletas de elite.	Economia de trabalho foi estipulada por 2 testes submaximais, um não específico (bicicleta) e um específico (correr ou nadar). Das análises pré até a pós: $\dot{V}O_2\text{max}$ aumentou em ambos os grupos, HL (+7,8%, $P<0.01$) e no LL (+3,3%, $P<0.05$). Potência de Pico (PPO) tendeu a aumentar mais em HL (+4,1%, $P<0.01$) do que em LL (+1,9%) Após 15 dias do período LHTL $\dot{V}O_2\text{max}$ retornou a valores base em ambos os grupos. $\dot{V}O_2$ e o ponto de potência de compensação respiratória (RCP) aumentaram mais no HL (+9.5%, $P<0.01$)	5	A

			<p>período de introdução 5-6 dias a 2500 metros, seguidos de 12-18 noites consecutivas a 3000-3500m. O grupo <i>Live Low</i> manteve-se a 1200 metros. Após o período de estudo, todos os sujeitos retomaram a altitude do nível do mar durante 2 semanas, e mantiveram os seus treinos. Depois voltaram por 2 dias a uma altitude de 1200 metros para realizarem testes.</p> <p>Treino: Ocorreu durante o período de preparação após 3 mesociclos de 4 semanas de treino aeróbio e um mínimo de 2 meses após o período de competição.</p> <p>Realizado em câmaras de altitude.</p>		<p>e 11.2% $P<0.01$) do que em LL (+3.2% e +3.3%). Eficiência mecânica a pedalar 8%-5% e economia durante uma locomoção específica (7-7%) aumentaram em ambos os grupos ($P<0.05$).</p> <p>O estudo mostra que para aumentos idênticos no VO_{2max}, o grupo HL teve um maior aumento no PPO que o grupo LL. A eficiência do modelo Hi-Lo continua presente após 15 dias, ao mostrar o VO_{2max} e RCP elevados. O estudo enfatiza que durante o período de pós-altitude, a economia de trabalho aumenta em ambos os grupos.</p>		
Daniel, Timothy, Mickleborough, Hugh, Abigail,	Amostra de conveniência com grupo de	7 Participantes/ 24 anos	<p>Live high-train low durante 28 dias a 2150 metros.</p> <p>Antes e depois do estudo em altitude, os sujeitos realizaram testes de corrida a 3 velocidades submaximais</p>	<p>Estimar a percentagem do aumento de VO_{2max} depois de um treino em</p>	<p>Volume de treinos a nível do mar não diferiu estatisticamente do treino em altitude (132km vs 117km, 35 vs 36 sessões). O VO_{2max} relativo à massa muscular subiu de forma significativa, do</p>	5	A

Laymon, Robert & Chapman, (2013)	controle		<p>numa sessão a parte realizaram um teste progressivo até a exaustão.</p> <p>Testes pré altitude realizados 2-9 dias antes da exposição a altitude, o teste pós altitude realizado 1-2 dias depois de voltarem ao nível do mar</p>	altitude.	<p>estado pré para pós altitude. Todos os sujeitos perderam massa muscular quando expostos a altitude. V no $VO_2\text{max}$ subiu significativamente (8%). Estima-se que o aumento de 37% no $VO_2\text{max}$, deve-se ao facto do custo metabólico ventilatório ter aumentado.</p> <p>A principal descoberta do estudo foi que o aumento do trabalho respiratório muscular, contribuiu para um aumento de cerca de 37% no $VO_2\text{max}$.</p> <p>Também verificaram um aumento na V depois do treino em altitude já verificado por outros estudos.</p>		
Christoph, Paul, Robert, Peter, Nikolai, Victor, Andreas,	RCT - double blinded	16 Participantes/ 29 anos	A combinação de viver em altitude e treinar perto do nível do mar pode melhorar a performance em atletas de endurance. Contudo, até à data da publicação do artigo os autores afirmam não haver estudos que pudessem verificar os potenciais	Os autores quiseram testar se a relação entre as melhorias na performance no modelo LHTL,	<p>Não melhorou a resistência nem a performance de nenhuma variável fisiológica medida (massa hemoglobínica, 26km <i>time trial</i>, $VO_2\text{max}$, economia de exercício) a nível do mar ou a altitudes moderadas. Indicam também que confinar diariamente atletas de elite</p>	B	A

Niels, Marco & Carsten, 2012)			efeitos do efeito placebo, especialmente em medições, como forma de avaliar performances. Foi realizado um teste com o uso do placebo controlado, e um teste modelo duplamente cego.	era justificada por mecanismos fisiológicos, e não por efeito placebo.	em quartos, pode conduzir a uma redução no volume de plasma, dessa forma resulta um potencial contra argumento ao modelo LHTL em regime normobárico.		
Robert, Trine, Geir, Matthew, Sarah, James & Benjamin, 2013)	Amostra de conveniência com grupo de controlo	48 Participantes/ 21 anos	Os autores colocam a hipótese de atletas que vivem a elevadas altitudes, experimentaram melhorias significativas na performance ao nível do mar, tendo também uma melhor aclimatização hematológica, que os atletas a viverem ao nível do mar. Realizaram avaliações nas performances metabólicas, hematológicas a nível do mar, antes e depois do treino em altitude.	Realizar exercício com o modelo LHTL, e observar alterações nas diversas altitudes, com o objetivo criar recomendações para a “dose” adequada de altitude.	No teste “ <i>time trial</i> ” de 3000 metros a performance aumentou significativamente (2-3%) nos grupos que estiveram expostos a 2085 e 2454 metros, mas não se verificou nos grupos de 1780 e 2800 metros. Foram observadas respostas eritropoiéticas aumentadas no grupo dos 1780 metros até 24 a 48h, mas depois de 72h desceu para os mesmos níveis do nível do mar. A V e FC não foram alteradas nem antes nem depois do treino em altitude. A V mostrou ter uma tendência para baixar ($P<0.05$) no grupo 1780 metros e	S	A

					<p>($P < 0.077$) no grupo 2085 metros em exercícios submaximais, e uma tendência para subir após exercício, no grupo 2454 metros.</p> <p>A FC durante exercícios submaximais foi significativamente inferior imediatamente pós-exercício nos grupos 1780 e 2085 metros. Após 2 semanas da intervenção em altitude a FC em exercícios submaximais desceu significativamente nos grupos 1780, 2085 e 2454 metros, mas manteve-se inalterada no grupo dos 2800 metros.</p> <p>O VO_2max melhorou em todos os grupos após 4 semanas de intervenção LHTL.</p> <p>Realizar um programa de 4 semanas de treino seguindo o modelo LHTL, deve-se utilizar altitudes entre os 2000 e 2500 metros, para efeitos de uma maior resposta na aclimatização para a performance a nível do mar.</p>		
--	--	--	--	--	---	--	--

4.14. Discussão

A presente revisão de literatura sintetizou os principais resultados e conclusões de cinco estudos, sobre o modelo de treino em altitude '*live high-train low*' (LHTL).

Os estudos de Jon, W., *et al.*, (2006), Laurent, S., *et al.*, (2006), Daniel, W., *et al.*, (2013) e Robert, C., *et al.*, (2013) foram coerentes nos resultados obtidos. Em todos verificou-se que o treino em altitude com o modelo LHTL, causou um aumento no VO_2max . Apenas o estudo de Christoph, S., *et al.*, (2012), não mostrou qualquer efeito entre o treino em altitude e melhoria na resistência e performance. Esta diferença entre observações pode ter sido por os quatro estudos que mostraram efeitos, terem sido aplicados em altitude natural. Já o estudo de Christoph, S., *et al.*, (2012) todos os testes, foram realizados ao nível do mar, numa câmara normobárica. Os próprios autores indicam que confinar diariamente atletas de elite em quartos numa câmara normobárica, pode condicionar o modelo LHTL na obtenção de resultados.

A nível da performance aeróbia e economia de esforço, o treino em altitude mostra aumentos na potência pico e ponto de compensação respiratória, (Laurent, S., *et al.*, 2006).

Jon, W., *et al.*, (2006), Laurent, S., *et al.*, (2006) e Daniel, W., *et al.*, (2013) observaram melhorias na ventilação no resultado pré para pós intervenção em altitude, e Robert, C., *et al.*, (2013) observou melhorias no teste físico *time trial* de três quilómetros, a altitudes de 2085 e 2454 metros, não tendo observado o mesmo efeito a 2800 metros. Em exercícios submaximais, a 2454 metros, a ventilação mostrou uma tendência para aumentar, comparado com 1780, 2085 e 2800 metros. Quanto à FC, mostrou ser significativamente inferior nas altitudes de 1780 e 2085 metros, comparado com os 2454 metros.

É importante mencionar que no estudo de Christoph, S., *et al.* (2012), os autores fazem referência a uma variável que pode condicionar os resultados do treino em altitude, o efeito placebo. Até à data não existem observações que analisem o potencial do efeito placebo numa intervenção em altitude. Os autores deixam a sugestão de perceber se as melhorias respiratórias, ocorrem por mecanismos fisiológicos, e não pelo efeito placebo de estar em altitude.

4.15. Conclusão

O modelo de treino '*live high-train low*' pode ser benéfico para atletas com o objetivo de melhorar o seu consumo máximo de oxigénio (VO_2max), e ventilação, durante o exercício. Com estas observações, e devido à experiência empírica acumulada, este é um modelo metodológico que pode ser utilizado por treinadores na procura da obtenção dos melhores efeitos de treino com exposição a altitude natural ou simulada (Daniel, W., Timothy, M., Abigail, L., e Robert, C., 2013). No entanto, este modelo deve ter em conta um período de quatro semanas para otimização de resultados, e qual o número ideal de horas de exposição.

4.16. Bibliografia

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th ed.). Washington, DC: APA.
- Alexandre, O., Leandro, R., Herbert, S., Antonio, M., Fábio N., Edilson, C., et al. (2006). Comparison between anaerobic threshold determined by ventilatory variables and blood lactate response in cyclists. *Sociedade Brasileira Medicina do Esporte*, 12, 1.
- Astrand, P. O., e Rodahl, K., (1986). Textbook of work physiology: Physiological Bases of exercise. McGraw-Hill, New York American College of Sports Medicine. (2014) Guidelines for exercise testing and prescription (9th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Ayabe, M., Kumahara, H., Morimura, K., e Tanaka, H., (2015). Effects of Exercise Intervention on Habitual Physical Activity Above Lactate Threshold Under Free-living Conditions: A Randomized Controlled Trial. *International Sports Medicine*, 36: 1106-1111.
- Beaton, D., Bombardier, C., Guillemin, F., Ferraz, M. B., (2002). Recommendations for the Cross-Cultural Adaptation of the DASH & QuickDASH Outcome Measures. Institute for Work & Health; Revised June 2007.
- Benoit, C., Michael, I., Lambert., e Robert, P., (2016). A Systematic Review of Submaximal Cycle Tests to Predict, Monitor and Optimize Cycling Performance. *Human Kinetics. International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11: 707-714.
- Blomqvist, C. G., Saltin, B., (1983). Cardiovascular adaptations to physical training. *Annual Review of Physiology*, 45: 169-89.
- Brown, K. e Higginbotham, K.O., (1986). Effects of carbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth of boreal tree seedlings. *Tree Physiology*, 2: 223-32.
- Buskirk, E. R., Kollias, J., Akers, R. F., Prokop, E. K., e Reategui, E.P., (1967). Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. *Journal of Applied Physiology*, 23: 2.
- Christoph, S., Paul, R., Robert, J., Peter, R., Nikolai, N., et al (2012). "Live high-train low" using normobaric hypoxia: a double-blinded, placebo-controlled study. *American Physiological Society*, 112: 106-117.

Cristine, L., Alberton., Stephanie, S., Pinto., Amanda, H., Antunes., et al. (2014). Maximal and ventilatory thresholds cardiorespiratory responses to three water aerobic exercises compared with treadmill on land. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28: 1679-1687.

Daniel, W., Timothy, M., Abigail, L., e Robert, C., (2013). Increases in VO₂max with “live high-train low” altitude training: role of ventilatory acclimatization. *European Journal of Applied Physiology*, 113: 419-426.

Daniels, J., e Oldridge, N., (1970). The effects of alternate exposure to altitude and sea level on world-class middle distance runners. *Medicine and Science in Sports*, 2(3): 107-112.

Dill, D. B., Adams, W. C., (1971). Maximal oxygen uptake at sea level and at 3,090-m altitude in high school champion runners. *Journal of Applied Physiology*, 30: 854-859.

Faulkner, J.A., Daniels, J.T., e Balke. B., (1967). The effects of training at moderate altitude on physical performance capacity. *Journal of Applied Physiology*, 23:85-89.

Ferley, D., Hopper, D., e Vukovich, M., (2016). Incline Treadmill Interval Training: Short vs. Long Bouts and the Effects on Distance Running Performance. *International Sports Medicine*. (Submetido).

Gore, C. J., Hahn, A. G., Aughey, R. J., Martin, D. T., Ashenden, M. J., Clark, S. A., Garnham, A. P., Roberts, A. D., Slater, G. J., Mckenna, M. J., (2001). Live high: train low increases muscle buffer capacity and submaximal cycling efficiency. *Acta Physiologica Scandinavica*, 173: 275-286.

Grover, RF., Weil, JV., Reeves, JT., (1986). Cardiovascular adaptation to exercise at high altitude. *Exercise Sport Science*, 14:269-302

Jacob, V., Jonas, T., Thomas, P., Gunnarsson., Tanja, R., Sarah, D., e Jens, B (2016). Effect of speed endurance and strength training on performance, running economy and muscular adaptations in endurance trained runners. *European Journal of Applied Physiology*. (Submetido)

Jerzy, Z., Joanna, M., Bruno, G., Zbigniew, S., Michal, K., Slawomir, G., et al (2016). Mechanisms of Attenuation of Pulmonary VO₂ Slow Component in Humans after Prolonged Endurance Training, Norway. *PLOS ONE*, 10: 1371.

Jon, W., Peter, Z., Jostein, H., e Bernard M., (2006). Live high-train low for 24 days increases hemoglobin mass and red cell volume in elite endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 100: 1938-1945.

Jessica, K., Uwe. D., Christian, B., Klaus, B., Thorsten, S., Joachim, L., et al (2016). Faster Heart Rate and Muscular Oxygen Uptake Kinetics in Type 2 Diabetes Patients following Endurance Training, Germany: Institute of Physiology and Anatomy. Institute of Physiology and Anatomy. (Submetido)

Laurent, S., Gregoire, M., Pau, I N., Julien, F., e Jean, R., (2006). Influence of “living high–training low” on aerobic performance and economy of work in elite athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 97: 627-636.

Levine, B. D., e Stray-Gundersen, J., (1997). “Living high-training low”: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of Applied Physiology*, 83:102-112.

National Strength and Conditioning Association. (2008) Essentials of Strength Training and Conditioning (3th ed.). Nebraska: Human Kinetics

Nideffer, R.M., (1976). Test of attentional and interpersonal style. Journal of Personality and Social Psychology, 34, 394-404.

Oxford Centre for Evidence-based Medicine. (2009). Levels of Evidence. Oxford
Ceia, C. (2003). Norma para a apresentação de trabalhos científicos (4a ed.). Lisboa: Editorial Presença.

Randall, W., James, G., e Benjamin, L., (2007). Effect of Hypoxic “Dose” on Physiological Responses and Sea-Level Performance. American College of Sports Medicine, 9: 1590-1599.

Roger, H., Mark, D., Maria, e Chira., (2007). The autonomic nervous system at high altitude. Institute for Cardiovascular Research, 17: 13-19.

Robert, C., Trine, K., Geir, R., R.-L, G., Matthew, H., Sarah, W., et al (2013). Defining the “dose” of altitude training: how high to live for optimal sea level performance enhancement. American Physiological Society, 116: 595-603.

Shannan, E., Gormley, David, P., Renee, H., Robert, J., Spina., et al (2008). Effect of Intensity of Aerobic Training on VO₂max. American College of Sports Medicine, 1336-1343.

Segizbaeva, M., (2010). Loading and Unloading Breathing during Exercise: Respiratory responses and compensatory mechanisms. European Journal of Medical Research, 15: 157-163.

Stray-Gundersen, J., Chapman, R. F., e Levine, B. D., (2001). “Living high-training low” altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. Journal of Applied Physiology, 91:1113-1120.

Wilber, R. L., Stray-Gundersen, J., Levine, B. D., (2007). Effect of hypoxic “dose” on physiological responses and sea-level performance. Medicine Science Sports Exercise, 39: 1590-1599.

Ylva, H., e Michael, N., (2016). Cardiovascular Adaptations to Exercise Training. Comprehensive Physiological, 6: 1-32.

Zavorsky, G. S., (2000). Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. Sports Medicine, 29(1): 13-26.

5. ESTÁGIO CDNJ

5.1 Introdução

Nesta parte irão ser apresentadas as tarefas desenvolvidas no decorrer do estágio na IA; i) Caracterização da IA, ii) Apresentação de propostas de iniciativas de melhoria de serviço já existentes na IA, sendo a primeira a realização da avaliação da glicemia e lactatémia pré prova máxima progressiva numa avaliação de terreno, e a segunda iniciativa, o estabelecimento de novos limites de controlo de saturação arterial de permanência em altitude simulada, na sala de altitude da I.A.

Posteriormente será apresentada, iii) uma proposta de criação de um novo serviço na I.A, com a implementação de um programa, criação e desenvolvimento de baterias de exercícios de treino de força específicos, da modalidade de halterofilismo, de forma a dar atendimento às necessidades dos atletas, como complemento a programas de treino gerais.

Numa outra tarefa, iv) será realizada uma análise científica de dados recolhidos na IA, com uma discussão dos resultados observados, e finalmente será apresentada uma consideração final sobre o processo de estágio.

5.2 Descrição da Instituição de Acolhimento

O Centro Desportivo Nacional do Jamor (CDNJ) é um espaço consagrado ao desporto nacional que teve a sua idealização e concepção em 1944. Atualmente, o CDNJ encontra-se ao serviço, e ao alcance de todos, sendo um espaço de excelência dedicado ao desporto de lazer e ao desporto de alta competição.

O CDNJ atualmente conta com as seguintes instalações, como apresentados num relatório de estágio no âmbito do mestrado de exercício e saúde da Faculdade Nutricidade Humana pela Mestre Pilar Zuniga:

- Estádio de Honra, palco de acontecimentos desportivos, espetáculos musicais e outros tipos de eventos.
- Complexo das Piscinas, onde se realizam aulas de natação pura, hidroginástica, hidroterapia e polo aquático além das competições nacionais e internacionais.
- 35 campos de ténis, incluindo cortes de piso rápido e pó de tijolo.
- Nave de Atletismo, destinada a praticantes de Alto Rendimento.

- Relvados naturais e sintéticos, destinados à prática de Futebol, Rugby e Hóquei em campo.
- Pista de Atividades Náuticas, destinada à prática de canoagem, e barcos à vela telecomandados.
- Ginásio ao ar livre.
- Minigolfe.
- Carreira de Tiro, destinada a utilizadores com licença desportiva e membros das forças de segurança.
- Parede de Escalada para utentes com licença federativa.
- Parque Aventura, constituído por um circuito de várias estações de madeira colocados no topo de árvores.
- Tiro com Arco, principalmente utilizado por praticantes em Regime de Alto Rendimento.
- Quatro opções de Percursos Pedonais, com diferentes graus de dificuldade e com equipamento tipo “circuito” de manutenção.
- Pista de Crosse, destinada ao treino e à competição.
- Auditórios no centro de Estágio, no Estádio da Honra e no Complexo de Piscinas do Jamor (CPJ).
- Espaço de Jogo e Recreio composta por nove equipamentos lúdicos de madeira.
- GI situado no CPJ que tem uma área de 300m², composto por um conjunto de equipamentos lúdicos e desportivos.

5.2.1 Atividades oferecidas pelo Complexo de Piscinas do Jamor (CPJ)

O Complexo de Piscinas do Jamor foi inaugurado em 22 de julho de 1998. Foi a primeira instalação coberta em Portugal capaz de acolher provas Nacionais e Internacionais de qualquer disciplina da Natação.

Equipamento

- Piscina Olímpica de 50 metros por 25 metros com 2,1 metros de profundidade
- Piscina de 25 metros por 20 metros com 1,30 metros de profundidade (fundo amovível até 5 m)

- Torre de saltos (10 metros, 7,5 metros, 5 metros, 3 metros e 1 metro e trampolins de 3 metros e 1 metro de altura)
- Auditório/Sala de Conferências
- Bar e Cafetaria
- Três Parques de estacionamento

5.2.2. Atividades Aquáticas:

- A Natação Livre é uma atividade, sem acompanhamento técnico, a qual precisa de avaliação individual para cada novo utente, e está direcionada a utentes com idades superiores a 14 anos.
- Escola de Natação que disponibiliza cinco classes distintas de ensino da modalidade, sendo os utentes enquadrados em função do seu nível técnico, e da idade. Existe um teste prévio de natação realizado por um dos técnicos do CPJ.
- Aulas de Hidroginástica, têm a duração de 45 minutos e são realizadas na piscina de 25 metros a uma profundidade baixa, destinadas a indivíduos com mais de 14 anos e sem contra-indicações médicas.
- Aulas Hidro Sénior, cujos exercícios estão adaptados às características fisiológicas da população alvo, mais de 55 anos. Têm a duração de 45 minutos e são realizadas na piscina de 25 metros a uma profundidade baixa.
- Aulas Hidro Deep que se caracterizam por serem aulas em suspensão (sem apoio dos pés no solo), com o auxílio de equipamento de flutuação. Têm a duração de 45 minutos e são realizadas na piscina de 50 metros. São destinadas a indivíduos com mais de 14 anos e sem contra-indicações médicas, que tenham alguma adaptação ao meio aquático.
- Aulas Hidro-Mix que incluem as atividades de hidrodeep e natação, realizadas em diferentes dias, e que combinam os benefícios do hidrodeep com a aprendizagem da natação. Têm a duração de 45 minutos e decorrem na piscina de 50 metros. São destinadas a indivíduos com mais de 14 anos, sem contra-indicações médicas, e que tenham alguma adaptação ao meio aquático.
- Aulas de Hidroterapia, centralizadas na análise e avaliação do movimento e da postura, baseada na estrutura, e função do corpo, utilizando modalidades educativas e terapêuticas em meio aquático. Tem como finalidade a prevenção da incapacidade e da inaptidão, e de tratar ou reabilitar indivíduos com disfunções de natureza física, e de desenvolvimento motor. A inscrição em qualquer classe de hidroterapia obriga à realização prévia de uma avaliação de aptidão física com um técnico do CPJ.

- Nataação Adaptada, adequada a bebés, jovens e adultos com alterações de desenvolvimento, visando uma eventual posterior abertura à participação em novas experiências aquáticas como desporto adaptado.
- Reabilitação Adequada a utentes com patologias do foro ortopédico, neurológico e reumatológico.
- Correção Postural Júnior, destinada a crianças que apresentem alterações posturais que condicionem o seu desenvolvimento saudável.
- Correção Postural Sénior, destinada a utentes com alterações neurológicas e musculo-esqueléticas da coluna vertebral.
- Exercício Pós-Parto, adequada a mães no período de 6 meses de pós-parto, com a duração mínima de 4 semanas de participação.

5.2.3 O Centro de Alto Rendimento do Jamor (CAR-Jamor)

O CAR-Jamor responde às necessidades da preparação de atletas de alto rendimento, seleções nacionais e jovens com talento desportivo em processo de desenvolvimento. O Centro conta com profissionais qualificados e tem os melhores e mais modernos meios técnicos. Dispõe igualmente de uma residência para atletas em regime de internato, que assegura as condições para o desenvolvimento das carreiras desportivas e do percurso académico.

O CAR-Jamor trabalha em parcerias com instituições de Ensino Superior e com diversos Centros de Investigação com prestígio e competência reconhecida, o que permite uma atualização permanente no apoio às diferentes necessidades de preparação dos atletas. Dispõe também de um conjunto de instalações, equipamentos desportivos e serviços de apoio multidisciplinar, essencialmente orientados para a melhoria do rendimento desportivo.

6. Serviços e Equipamentos no CAR-Jamor

6.1. Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino (UMDCT)

A unidade dispõe das seguintes valências:

Medicina Desportiva

- Cuidados de saúde especializados e traumatologia desportiva em ligação aos departamentos médicos das federações desportivas.

Fisioterapia Desportiva

- Prestação de cuidados com vista à reabilitação física.
- Avaliação e prevenção da lesão desportiva
- Massagem desportiva.

Nutrição

- Apoio aos atletas com a identificação das necessidades nutricionais, aconselhamento e prescrição alimentar;
- Apoio ao centro de estágio (aconselhamento da dieta alimentar e supervisão do serviço contratado)

O serviço de nutrição, entre o apoio aos atletas e o apoio ao centro de estágio, no ano de 2016, realizou 433 avaliações a atletas consubstanciadas em 2.593 atos.

6.2. Apoio ao Treino de Atletas de Alto Rendimento:

6.2.1. Laboratório de Avaliação e Centro de Treino

Tecnologicamente avançado, permite o desenvolvimento de baterias de avaliação das diferentes qualidades biomotoras, e de indicadores do rendimento desportivo, para controlo do processo de treino. Assegura e promove o funcionamento dos Centros de Treino das Modalidades Desportivas existentes no Centro Desportivo Nacional do Jamor, criando

condições de utilização dos serviços e valências destinadas aos praticantes de alto rendimento.

6.3. Principais áreas de intervenção

- Avaliação Funcional Cardiorrespiratória com análise de gases – Potência Aeróbia
- Avaliação da resistência anaeróbia – Potência e capacidade
- Avaliação do metabolismo de repouso
- Avaliação da função neuromuscular
- Composição Corporal
- Flexibilidade
- Avaliações de Terreno
- Avaliação Bioquímica

Em qualquer das áreas referidas, é disponibilizada informação aos treinadores com os seguintes objetivos:

- Evolução dos atletas nos diferentes parâmetros avaliados, acima mencionados
- Comparação entre diferentes fases do planeamento do treino
- Comparação dos dados com valores de referência nacionais nas diferentes modalidades
- Construção de protocolos de avaliação com a finalidade de realizar a Seleção/detecção de talentos por modalidade

6.4. Descrição sumária das componentes avaliáveis

6.4.1. Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória com análise de gases – Potência Aeróbia

A avaliação cardio-respiratória com análises de gases permite determinar o consumo máximo de oxigénio ($VO_2\text{max}$), um parâmetro relevante no rendimento desportivo (sobretudo nas modalidades de resistência).

Esta avaliação permite também determinar os limiares ventilatórios:

- O primeiro limiar ventilatório (aeróbio – anaeróbio);
- O segundo limiar ventilatório (compensação respiratória);

que correspondem a zonas de transição metabólica e definem diferentes domínios de intensidade. Os valores da frequência cardíaca e do trabalho nos limiares são usados para ajustar a intensidade da carga no processo de treino e os testes são definidos de acordo com a especificidade das modalidades desportivas (corrida, ciclismo, remo, natação, etc.).

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Determinação da potência aeróbia ($VO_2\text{max}$)
- Identificação das zonas de transição metabólica (limiares) e domínios de intensidade
- Avaliação da economia motora (consumo de oxigénio por unidade de trabalho)
- Determinação dos parâmetros da cinética de consumo de O_2
- Espirometria

6.4.2. Avaliação da Resistência Anaeróbia – Potência e Capacidade

A avaliação da potência e capacidade anaeróbia é importante para modalidades com desempenhos de intensidade máxima, realizados em períodos de curta e média duração.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Identificação da potência anaeróbia alática
- Identificação da potência e capacidade anaeróbia láctica
- Determinação do padrão de acumulação e remoção de lactato no sangue
- Determinação do impacto da carga externa no atleta
- Informação para ajustamento dos métodos de treino da resistência anaeróbia

6.4.3. Avaliação da Função Neuromuscular

A Avaliação da Força Isométrica e o registo da força desenvolvida durante a contração isométrica (curva força-tempo) é obtido com recurso a dinamómetros, montados em equipamentos que funcionem como resistência inamovível. Deste modo, é possível determinar o valor máximo e a taxa de produção da força, indicadores da ativação muscular. Esta avaliação é importante em modalidades onde a força explosiva é um fator determinante no rendimento desportivo.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Registo da curva força-tempo
- Determinação da força isométrica máxima
- Determinação da taxa de produção de força
- Informação para ajustamento dos métodos de treino da força

6.4.4. Avaliação da Função Muscular Dinâmica

Força Concêntrica e Excêntrica

O registo da força desenvolvida durante a ação muscular concêntrica ou excêntrica é efetuado com a utilização de um sensor de deslocamento, aplicado à barra de pesos ou a outro equipamento de resistência. A repetição de avaliações com um conjunto crescente de cargas permite determinar a potência máxima em exercícios de treino de força específicos, para diferentes modalidades desportivas.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Determinação da força máxima concêntrica (1 RM)
- Determinação da força máxima excêntrica
- Determinação da curva de potência
- Determinação da resistência de força dinâmica
- Informação para ajustamento dos métodos de treino da força

6.4.5. Força Reativa

A avaliação da força reativa é efetuada a partir da realização de saltos numa plataforma de forças ou num tapete de contacto.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Determinação do índice de Força Reativa
- Determinação da elevação do centro de gravidade
- Determinação do tempo de contacto com o solo
- Determinação do contributo dos membros superiores para a elevação do centro de gravidade
- Informação do índice de fadiga determinado em testes de saltos múltiplos
- Informação para o ajustamento dos métodos de treino de força

6.4.6. Avaliação da Função Muscular Dinâmica em Regime Isocinético

Regista a função muscular das articulações pretendidas (joelho, ombro, tornozelo), nos planos selecionados (flexão-extensão, rotação interna-externa). Esta avaliação é importante para a prevenção e recuperação de lesões e pode contribuir com informação complementar para o treino.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Determinação do momento máximo de força em regime isocinético
- Determinação da simetria direito-esquerdo na produção de força
- Identificação dos desequilíbrios de força muscular (agonista-antagonista)
- Comparação dos resultados com populações de referência
- Informação para elaboração de programas de tratamento e de prevenção de lesões

6.4.7. Avaliações de Terreno

Em colaboração com os treinadores das diferentes modalidades, é possível desenvolver e operacionalizar protocolos de avaliação aplicados em contexto de específico de treino no terreno, avaliando algumas das dimensões acima referidas.

6.4.8. Composição Corporal

A avaliação da composição corporal é realizada com um conjunto de testes, destacando-se a bioimpedância e a morfologia de superfície (pregas adiposas, perímetros e diâmetros) com a metodologia da International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Determinação dos diferentes compartimentos de composição corporal:
- Massa muscular; massa gorda; água corporal total
- Determinação dos marcadores morfológicos de superfície (antropometria)
- Determinação do tipo morfológico (somatótipo)
- Predição do estado maturacional
- Informação para ajustamento da prescrição nutricional e dos métodos de treino

6.4.9. Avaliação do Metabolismo de Repouso

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Identificação do dispêndio energético em repouso
- Informação para ajustamento da prescrição nutricional

6.4.10. Flexibilidade

Os testes de flexibilidade e de mobilidade articular permitem avaliar nas diferentes articulações a amplitude máxima e as assimetrias na realização dos movimentos.

6.4.11. Avaliação da velocidade

O registo da velocidade do atleta num determinado percurso é realizado com recurso a células fotoeléctricas.

Dados obtidos com interesse para o treinador:

- Velocidade linear
- Velocidade com mudanças de direção
- Tempo parcial nas diferentes fases da corrida
- Tempo de reação simples
- Determinação da fadiga em testes de repetições múltiplas

6.4.12. Avaliação bioquímica

Com recurso a diferentes métodos de análise determinam-se quer em repouso, quer em esforço, diferentes marcadores no sangue e na urina. Dados obtidos com interesse para o treinador: Lactato sanguíneo, glicémia, corpos cetónicos, Painel Urina2, e triglicéridos.

Quando solicitado pelos treinadores aos diretores técnicos, o CAR-Jamor colabora no processo de planeamento, e prescrição do treino, integrando a informação recolhida em Laboratório e no Terreno.

6.5. Sala de Treino de Atletas de Alto Rendimento

- Espaço privilegiado para o desenvolvimento das várias capacidades biomotoras dos atletas, que funciona com enquadramento técnico especializado em ligação com o laboratório de avaliação e controlo do treino, apoiando os praticantes e equipas técnicas na prescrição e aconselhamento do processo de treino.
- Área de treino com 350m²;
- Apoio na prescrição e no controlo de atletas, tendo como base a avaliação das capacidades biomotoras, desenvolvida no Laboratório de Avaliação e Controlo do Treino;
- 25 ergómetros - passadeiras, bicicletas verticais e reclinadas, *steppers*, elípticas e remos para o treino dos diferentes tipos de Resistência;
- 60 equipamentos para trabalho de força em todos os grupos musculares;
- Zona complementar para treino de flexibilidade, agilidade e coordenação motora;

6.6. Sala Altitude (SA)

- Espaço que simula a altitude natural, com controlo da estadia dentro da SA, em situação de repouso, e/ou permanência noturna e/ou treino.

A permanência na SA, implica os atletas residirem por tempo limitado, e controlado pelos técnicos do Centro, onde simulam a sua atividade diária, desde estar em repouso, ou com prática de exercício. São efetuadas avaliações à saturação parcial de oxigénio tratando-se de uma fração de oxigénio saturado de hemoglobina em relação à hemoglobina total no sangue (SPO₂), perceção subjetiva de esforço em treino, perceção subjetiva de fadiga e controlo da frequência cardíaca (FC). No ano de 2016 foram efectuadas 1478 avaliações e controlos de permanências no programa Altitude.

6.7. Residência do Centro de Alto Rendimento

- Alojamento para os praticantes que reúnem condições desportivas para integrar o CAR Jamor;
- 42 Quartos duplos e 3 individuais;
- Acompanhamento por tutores residentes;

- Serviço de apoio sócio educativo;
- Área Social e de Lazer;
- Biblioteca e sala de estudo;
- Sala de Convívio / Sala de estar com TV;
- Sala Informática com Internet;
- Lavandaria, Cozinha e Copa;
- Auditório com capacidade para 60 pessoas;

6.8. Centro de Estágio para Desportistas

- Serviço de alimentação/restauração em regime de buffet para residentes;
- 24 Quartos triplos e 1 individual, com capacidade para alojar 73 pessoas.
- Balneário feminino e masculino.
- Sala de estar/televisão;
- Sala para reuniões;
- Esplanada e 2 polidesportivos.

7. Iniciativas para melhoria de serviços já existentes no CAR-Jamor, “Avaliação e glicémia e lactatémica pré prova progressiva máxima em terreno”, e “Novos limites de controlo de saturação arterial em permanência de altitude simulada”

7.1. Iniciativa de melhoria de um serviço: “Avaliação da glicemia e lactatémica pré teste máximo progressivo em terreno, para melhor compreensão dos resultados obtidos no teste”.

7.1.1. Introdução

No Centro de Alto Rendimento Jamor (CAR-Jamor) realizam-se testes máximos progressivos em laboratório, com a utilização de ergómetro, ou no “terreno”, em situações de prática, e que permitem medir o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}), ou estimar esse consumo máximo (VO_{2maxE}), e medir o tempo máximo em prova (T_{max}), entre outras variáveis de interesse.

O estado metabólico do atleta, e por inerência, a energia disponível no organismo para a realização de exercício físico pode ter um efeito sobre o desempenho, assim como em qual a utilização energética preferencial. Igualmente a acidez muscular, derivada de um excesso de produção de lactato, pode ser um indicador da disponibilidade física para a realização de um treino, ou no caso do trabalho realizado no CAR-Jamor, de disponibilidade para avaliações sub-máximas ou máximas. De notar que, energeticamente, o lactato também é importante, pois em algumas situações a sua conversão em glicose serve para proporcionar mais substrato energético para a continuação da realização do treino.

É importante para o CAR-Jamor conhecer qual o efeito de variáveis pré-avaliações máximas e sub-máximas, no desempenho do atleta avaliado, melhorando assim o processo de análise dos resultados e passagem de informação para o treinador.

Para a realização desta iniciativa, aproveitou-se a presença de uma equipa de futebol da 1ª Liga, que pedira um conjunto de avaliações no CAR-Jamor. Sendo que uma destas avaliações era um teste no terreno para encontrar VO_{2maxE} .

7.1.2. Revisão Literatura

A realização de exercício físico de intensidade moderada a pesada, envolve a combinação do metabolismo da glicose e dos ácidos gordos, de modo a fornecer energia, através de processo aeróbio. Quando esta via metabólica não consegue suportar a produção de energia necessária ao organismo, particularmente em intensidades severas, a produção de energia é dependente da via anaeróbia. A glicose é o substrato energético para as duas vias, como precursor da glicolise aeróbia e anaeróbia. Devido a esta utilização da glicose para necessidades energéticas durante o exercício físico, um aumento da libertação de glicose pelo fígado ajuda a manter o equilíbrio da glicémia de modo a prevenir hipoglicémias (Hargreaves & Spriet, 2006). Na transição de repouso para exercício, ou de uma intensidade moderada para pesada, ou severa, existe uma redução de oxigénio para processos metabólicos relacionados com a cadeia transportadora de electrões. Como efeito, o piruvato em excesso pode proporcionar a produção de ATP por via anaeróbia, sendo um dos subprodutos o lactato (Hargreaves & Spriet, 2006).

O lactato é produzido no músculo quando, em exercícios submáximos, há restrição de oxigénio a nível mitocondrial (Katz & Sahlin, 1990). Em repouso, os valores encontram-se entre 0.8 e 1.5 mmol/L, e vão aumentando progressivamente, com a intensidade do exercício. A partir de uma certa intensidade, a concentração do lactato no sangue aumenta exponencialmente, e a esse ponto chama-se de *Onset Blood Lactate Accumulation* (OBLA), que ocorre cerca dos valores de lactatémia de 4 mmol/L (Palacios, Pedrero-Chamizo, Palacios, Maroto-Sánchez, Aznar & González-Gross, 2015).

A maioria do lactato formado durante o exercício é oxidado nesse período, sendo apenas 20% convertido em glicose (Brooks, 1986). Durante a recuperação, a maioria do lactato acumulado continua a ser removido por oxidação direta. No entanto, à medida que a *pool* de ácidos gordos e glicose diminui, o lactato torna-se o precursor preferencial para a neoglucogénese, esta nova, glicose formada no fígado, é então libertada para a circulação de modo a ser utilizada pelo músculo-esquelético e cardíaco (Brooks, 1986).

A resposta do lactato sanguíneo ao exercício tem sido utilizada para identificar parâmetros de aptidão aeróbia, como o limiar de lactato, o limiar anaeróbio individual, o lactato mínimo e a fase máxima estável de lactato. Esses parâmetros podem ser utilizados como referência para a prescrição e controlo de intensidades do treino, nomeadamente corrida, ciclismo e

natação (Oliveira, J., *et al.* 2006). Contudo, além da resposta do lactato sanguíneo, a resposta da glicemia ao exercício progressivo, começa a surgir como uma alternativa para avaliação da capacidade aeróbia (Oliveira, J., *et al.* 2006). No entanto, a comparação entre as respostas do lactato sanguíneo e glicemia durante a realização de exercícios progressivos, bem como a possibilidade de identificar um limiar glicémico nesse tipo de exercício, precisa de mais investigação.

Deste modo, o objetivo desta iniciativa foi perceber que relações podem existir entre os valores de Lactato Pré Prova Máxima Progressiva (Pré), Lactato Pós Prova Máxima Progressiva (Pós), Glicémia Pré, e Glicémia Pós, com as variáveis de interesse resultantes do teste; VO_2 Estimado (VO_2E) e Tempo Máximo em Prova (TMax).

7.2. Métodos

7.2.1. Materiais e Procedimentos

O procedimento para a realização das recolhas das variáveis de interesse, foi definido pelo CAR-Jamor em conjugação com o departamento médico da equipa de Futebol da 1ª Liga avaliada. Aquando da chegada dos atletas, e após uma explicação dos procedimentos aos jogadores, procedeu-se à; aplicação de álcool no local da punção e após o álcool ter evaporado foi realizado a punção com lanceta (Accu-Check Safe-T-Pro plus). Foram recolhidas duas gotas de sangue, com avaliação das variáveis de interesse, glicemia (OneTouch Select Plus) e lactato sanguíneo (Lactate Scout Pro). Finalmente, após a recolha do sangue, os resíduos sólidos e moles foram dispensados nos recetáculos próprios para risco biológico.

Para a prova máxima progressiva, foi utilizado o teste de Léger, que permite avaliar a capacidade aeróbia máxima de cada atleta (Denadai, B. S. 1999; Garcia, G. V. D., & Leibar, X. 1997; Vieira, G. 2008).

Para a realização do teste foi necessário definir:

- Espaço de pelo menos 25 metros;
- Duas linhas demarcadas no solo (fita de marcação);
- Cones de marcação (para definir corredores de corrida);
- Fita métrica;
- CD áudio gravada com bips;
- Aparelhagem e folha de registo.

Organização do teste:

- Antes de iniciar o teste, marcou-se o percurso de 25 metros deixando um espaço de 1 metro para cada um dos lados, para permitir as mudanças de direção.
- Explicou-se aos participantes, em detalhe, os procedimentos do teste e clarificou-se alguma dúvida.
- Executaram-se alguns percursos para os atletas se adaptarem ao sinal sonoro.

O teste é dividido por quatro parcelas de 25 metros marcadas com cones. O atleta deve correr de modo a fazer coincidir a sua passagem por cada uma das quatro marcas com o bip emitido pelo CD áudio, devendo o mesmo parar quando não consegue mais alcançar este objetivo. Em cada 2 minutos (patamar) soa um aviso devendo o atleta aumentar a velocidade 1k/h em cada patamar. O teste inicia-se a uma velocidade de 8,5 Km.h⁻¹. Os participantes colocam-se na linha de partida e iniciam o teste no primeiro sinal sonoro, e devem chegar ao local marcado, ultrapassando a linha, antes de soar o próximo sinal sonoro. O teste dá-se por finalizado com a desistência do participante, ou quando este não conseguir atingir os cones demarcados, duas vezes consecutivas. Deve ser controlado e registado o número de percursos completos realizados por cada participante, em ficha própria, excluindo o percurso na qual desistiram.

Para o cálculo do consumo máximo de oxigénio estimado (VO₂maxE) foi utilizada a fórmula associada ao teste de Léger e a equação $VO_2\text{maxE} = 3,5 \times \text{velocidade}$. A velocidade é retirada da tabela associada ao teste, onde o valor diz respeito ao patamar em que o atleta ficou.

Tabela 2. Patamares de velocidade do teste de Léger

KMH	TEMPO	EST	KMH	TEMPO	EST	KMH	TEMPO	EST	KMH	TEMPO	EST	KMH	TEMPO	EST	KMH	TEMPO	EST
7,10	00:25,1		12,2	09:29,4		15,0	14:16,3		18,0	20:21,0		20,0	24:21,0		22,0	28:24,7	
	00:50,3			09:44,1			14:28,0			20:30,0			24:30,2			28:32,6	
	01:15,4	1		09:58,0			14:39,6			20:40,2			24:38,6			28:40,5	
	01:40,0			09:13,6			14:51,1			20:49,7			24:47,4			28:48,4	
	02:05,7			09:28,3	5		15:02,7			20:59,3			24:56,0			28:56,3	
8,40	02:29,9			09:43,1			15:14,2	8		21:08,9	11		25:04,6			29:04,2	
	02:45,2			09:57,8			15:25,7			21:18,5			25:13,3			29:12,1	
	03:09,4			10:12,6			15:37,2			21:28,0			25:21,9			29:20,7	
	03:30,6	2	13,4	10:26,0			15:48,8			21:37,6			25:30,5			29:27,9	
	03:51,8			10:39,4			16:00,3			21:47,2			25:39,1			29:35,8	
	04:13,1			10:52,9			16:11,5			21:56,8			25:47,7			29:43,7	
9,70	04:31,5			11:06,3		16,8	16:22,9			22:06,3			25:56,3			29:51,6	
	04:49,9			11:19,6	6		16:33,4		19,9	22:15,4			26:04,9			29:59,4	
	05:08,4			11:33,2			16:44,1			22:24,4			26:13,5			30:07,4	
	05:26,8	3		11:46,7			16:54,8			22:33,5		21,9	26:21,8			30:15,3	
	05:45,3			12:00,1			17:05,6			22:42,5			26:30,0				
	06:03,7			12:13,5			17:16,4	9		22:51,6			26:38,2				
11	06:20,1		14,3	12:26,9			17:27,1			23:00,6			26:46,4				
	06:36,4			12:39,3			17:37,9			23:09,7	12		26:54,6				
	06:52,8			12:50,7			17:48,6			23:18,7			27:02,9				
	07:09,2			13:03,1			17:59,3			23:27,7			27:11,1				
	07:25,5	4		13:15,4			18:10,1			23:36,6			27:19,3				
	07:41,9			13:27,8		17,8	18:20,2			23:45,6			27:27,5				
	07:58,3			13:40,2			18:30,3			23:54,9			27:35,7				
	08:14,6			13:52,6			18:40,4			24:03,9			27:44,0				
				14:05,0			18:50,5	10		24:13,0			27:52,2				
							19:00,7						28:00,4				
							19:10,8						28:08,6				
							19:20,9						28:16,8				
							19:31,2										
							19:41,1										
							19:51,2										
							20:01,3										
							20:11,4										

10 Km/h x 3,5 = 35 ml/kg e min VO₂max
Futebolista: 60-65 ml

7.3. Análise Estatística

Foi realizada a análise descritiva para a caracterização da amostra, e o comportamento das variáveis em distribuição Gausiana para análises de normalidades. Foram utilizadas correlações bi-variáveis (Pearson) para o tratamento dos dados, para aferir da correlação entre lactatos pré teste (lactato Pré), pós teste (lactato pós), e no caso da glicemia usou-se a mesma nomenclatura (glicemia Pré e Pós), com VO₂maxE e Tmax. As análises foram realizadas com o software de tratamento estatístico de dados IBM SPSS, versão 24.

7.3.1. Resultados

Foram contabilizados vinte e dois participantes para amostra.

Tabela 3. Caracterização dos atletas de uma equipa profissional da 1ª Liga de Futebol.

Variável	X±DP
Peso (kg)	77 ± 9,3
IMC (kg/m ²)	0,21 ± 0
Somatório de Pregas (cm)	61,2 ± 18,1

Para classificação da magnitude das correlações foi utilizado a tabela de Cohen como referência.

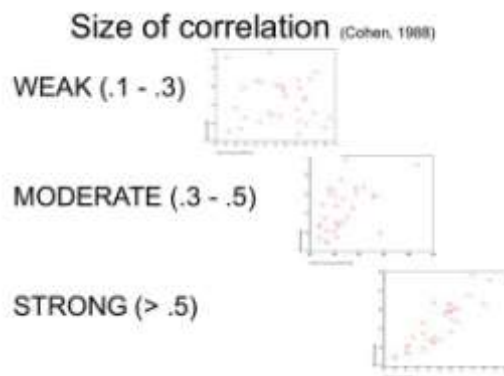


Figura 2. Tabela de Cohen para magnitude de correlações bi-variáveis.

Nas tabelas a seguir, encontram-se os resultados das correlações e níveis de significância, entre variáveis Lactato Pré, Lactato Pós, Glicémia Pré e, Glicémia Pós, com as variáveis de interesse VO₂maxE, Tmax.

Tabela 4. Correlações entre variáveis de interesse Lactato Pré, VO₂maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.

Correlações		Lac_Pre	VO2Est	Tempo
VO2Est	Correlação de Pearson	,082	1	,975**
	Sig. (bilateral)	,716		,000
	N	22	22	22
Tempo	Correlação de Pearson	,020	,975**	1
	Sig. (bilateral)	,931	,000	
	N	22	22	22
Lac_Pre	Correlação de Pearson	1	,082	,020
	Sig. (bilateral)		,716	,931
	N	22	22	22

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Verificou-se que o Lactato Pré correlacionou-se de forma fraca, e não significativa ($p>0,05$), com ambas as variáveis VO₂maxE e Tmax,

Tabela 5. Correlações entre variáveis de interesse Glicemia Pré, VO₂maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.

		Correlações		
		VO2Est	Tempo	Glic_Pre
VO2Est	Correlação de Pearson	1	,975**	-,160
	Sig. (bilateral)		,000	,476
	N	22	22	22
Tempo	Correlação de Pearson	,975**	1	-,174
	Sig. (bilateral)	,000		,437
	N	22	22	22
Glic_Pre	Correlação de Pearson	-,160	-,174	1
	Sig. (bilateral)	,476	,437	
	N	22	22	22

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Verificou-se que a Glicemia Pré correlacionou-se de forma negativa, fraca e sem significância ($p>0,05$), com ambas as variáveis VO₂maxE e Tmax.

Tabela 6. Correlações entre variáveis de interesse Lactato Pós, VO₂maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.

		Correlações		
		VO2Est	Tempo	Lac_Pos
VO2Est	Correlação de Pearson	1	,975**	,235
	Sig. (bilateral)		,000	,293
	N	22	22	22
Tempo	Correlação de Pearson	,975**	1	,233
	Sig. (bilateral)	,000		,297
	N	22	22	22
Lac_Pos	Correlação de Pearson	,235	,233	1
	Sig. (bilateral)	,293	,297	
	N	22	22	22

** A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Verificou-se que o Lactato Pós correlacionou-se de forma baixa, e sem significância ($p>0,05$), com ambas as variáveis VO₂E e Tmax.

Tabela 7. Correlações entre variáveis de interesse Glicemia Pós, VO₂maxE e Tmax, no teste progressivo máximo.

Correlações				
		VO2Est	Tempo	Glic_Pos
VO2Est	Correlação de Pearson	1	,975**	,271
	Sig. (bilateral)		,000	,223
	N	22	22	22
Tempo	Correlação de Pearson	,975**	1	,312
	Sig. (bilateral)	,000		,158
	N	22	22	22
Glic_Pos	Correlação de Pearson	,271	,312	1
	Sig. (bilateral)	,223	,158	
	N	22	22	22

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Verificou-se que a Glicemia Pós correlacionou-se de forma baixa e não significativa ($p>0,05$) com ambas as variáveis VO₂maxE e Tmax.

7.4. Discussão dos resultados

As correlações baixas, e não significativas, mostraram que o comportamento das variáveis resultantes do teste, VO₂maxE e Tmax, não pode ser, em parte, explicado pelo comportamento das variáveis de interesse medidas pré prova máxima progressiva. Deste modo a inclusão da avaliação de lactatémia e glicemia, antes deste tipo de teste, pode não ser útil numa população como esta. Contudo estes valores foram registados sem existir controlo sobre as últimas refeições dos atletas antes da prova. Seria interessante poder controlar a refeição anterior ao teste, de modo a perceber se existem efeitos associados.

7.5. Bibliografia

Brooks, G. A. (1986). The lactate shuttle during exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18: 360-368.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Denadai, B. S. (1999). Índices fisiológicos de avaliação aeróbia, conceitos e aplicações. Ribeirão Preto, BSD.

Garcia, D., & Leibar, X. (1997). *Entrenamiento de la resistencia de los corredores de médio fondo y fondo*. Madrid, S.L. Editorial Gymnos.

Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2006). *Exercise metabolism*. United States: Human Kinetics.

Katz, A., & Sahlin, K. (1990). Role of oxygen in regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 18: 1-28.

Oliveira, J., et al. (2006). Identificação do limiar de lactato e limiar glicémico em exercícios resistidos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12: 6.

Palacios, G., Pedrero, R., Palacios, N., Maroto-Sánchez, B., Aznar, S., & González- Gross, M. (2015). Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutrición Hospitalaria*, 3: 237- 244.

Vieira, G. (2008). *Predição da performance aeróbia por meio de testes de campo e de laboratório em corredores de endurance*. Dissertação de pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

8. Iniciativa de melhoria do serviço, “Novos limites de controlo de saturação arterial em permanência de altitude simulada”

8.1. Introdução

O Programa Altitude (PA) no CAR-Jamor têm como um dos seus objetivos prestar apoio a atletas de alto rendimento explorando os benefícios de permanências dos atletas em altitudes simuladas, num ambiente de segurança e com controlo das variáveis de interesse para monitorização de efeitos da exposição à altitude. Efeitos que se traduzem na melhoria da hemoglobina, $VO_2\text{max}$, VO_2 sub-maximal, tempo até à exaustão e ventilação (Amelia, J. C., *et al* 2005). Para melhoria da performance desportiva, treino contínuo ou intermitente em regime de hipoxia, mostra resultados superiores em relação ao nível do mar (Damian, M., & Bruce, D., 1997).

A permanência em altitude simulada, particularmente permanências noturnas, com períodos de sono, são sempre controladas com; i) oxímetro para medição da saturação arterial de oxigénio (S_pO_2), frequência cardíaca (FC), e escalas subjetivas de esforço; ii) após a permanência, avaliação do ficheiro do oxímetro com todos os dados da permanência e recolha do valor médio para S_pO_2 e FC; iii) elaboração de uma carta de controlo com representação gráfica dos valores médios.

As “cartas de controlo” permitem uma melhor visualização, por parte do técnico do CAR-Jamor, e do treinador, onde se encontra o atleta a nível de “respostas médias” nas diferentes exposições. Existem limites de controlo para permanências, assim como um valor alvo. Na figura 3, pode-se ver uma carta de controlo, com os limites superior e inferior de controlo, e para o valor alvo de S_pO_2 . Como se pode observar, o valor estipulado de Alvo Clínico, é de 90%, com o limite inferior de controlo em 89% e como o limite superior de controlo em 91%.

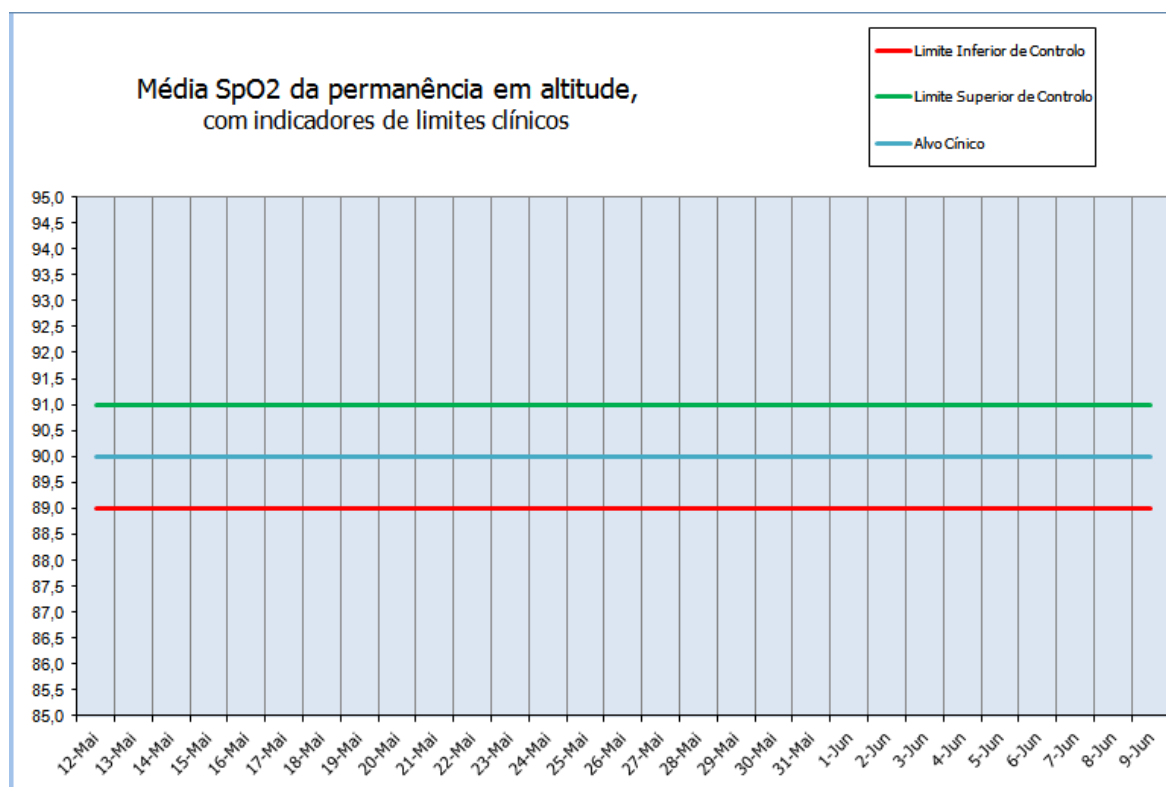


Figura 3. Exemplo de carta de controlo usada no Programa Altitude (PA) do CAR-Jamor.

No entanto, estes valores são de âmbito clínico (Urdampilleta, A., Muniesa, P. G., Portillo. M. P., Alfredo, J. M., 2011); (ATS/ACCP, 2003), que tendo utilidade para situações de hipóxia em ambiente hospitalar, ou laboral em altitude, podem não refletir os valores obtidos numa população desportiva, que se caracteriza por uma maior aptidão cardiovascular e melhor utilização do oxigénio a nível tecidual. Utilizando as recolhas das permanências realizadas ao longo dos últimos 4 anos, o objetivo desta iniciativa foi de definir, “Quais os limites, e valor alvo de oxigénio em altitude simulada para Saturação Arterial Desportiva”, quando os atletas permanecem na sala de altitude do PA do CAR-Jamor, uma, duas, ou três semanas consecutivas. Outro objetivo foi verificar se eram notáveis diferenças a nível de valor médio do S_pO_2 , devido ao efeito de exposição a altitude ao longo das semanas.

8.2. Revisão Literatura

Efeitos de permanência em altitude a nível de desempenho fisiológico em treino caracterizam-se por aumento do consumo de oxigénio, tanto em regime máximo como submáximo, tempo até a exaustão (Amelia, J. C., *et al* 2005), traduzindo-se numa melhoria de performance

(Levine, B.D., 1997 e Stray-Gundersen, J., 2001) assim como ventilação pulmonar e frequência cardíaca.

Apesar de ainda não serem conhecidos todos os mecanismos que contribuem para estas melhorias, alguns têm sido muito estudados, e dão uma imagem clara de qual o efeito da permanência à altitude no organismo. O paradigma da eritropoietina argumenta que menores pressões parciais de oxigénio induzem uma produção de eritropoietina (EPO) que por sua vez estimula a produção de células vermelhas, com aumento do consumo de oxigénio e desempenho físico (Levine, B.D., 1997 e Stray-Gundersen, J., 2001). Outras explicações, não hematológicas propõem mecanismos com transcrição genética do “hipóxia induzido Factor 1”, aumentos de eficiência do funcionamento mitocondrial, regulação e tamponamento de pH muscular (Gore, C. J., 2007). No entanto, a par do conhecimento de quais os mecanismos, é igualmente importante saber quais os processos de adaptação, e particularmente quais os períodos de exposição para a obtenção dos melhores efeitos da altitude no desempenho físico.

Existe um conjunto de estudos que se debruçou sobre esta temática e que apresentamos no quadro a seguir (usado com permissão) (Minhalma, R., 2016).

PROCESSO DE ADAPTAÇÃO E REAÇÕES ESPERADAS AO TREINO EM ALTITUDE				
PERÍODO (DIAS)			REAÇÕES	FONTES
1ª FASE	1-2	Estado favorável para competir e obter boas marcas	Hemodiluição + adaptações ventilatórias	Fuchs (1990); Pöhlitz (1986); Popov (1994); Millet <i>et al.</i> (2010)
2ª FASE	3-7	Capacidade fisiológica reduzida e baixa probabilidade de obtenção de bons resultados	Menor disponibilidade energética + desadaptações neuromusculares	Issurin (2007); Pöhlitz (1986); Reiss (1999); Popov (1994)
	3-10	Estado depressivo; não se recomenda a participação em competições		Reiss (1999); Suslov (1994); Millet <i>et al.</i> (2010)
3ª FASE	9-12	Capacidade de treino aumentada com probabilidade favorável para um desempenho favorável	Melhoria na capacidade de transporte O ₂ + melhoria na economia	Popov (1994)
	14-18	Melhoria da capacidade geral e específica do desporto; período favorável para obtenção de marcas excelentes		Reiss (1999)
	12-28	Estado tardio de melhoria do desempenho com probabilidade favorável de obtenção de boas marcas		Issurin (2007); Pöhlitz (1986); Reiss (1999); Suslov (1994); Popov (1994); Millet <i>et al.</i> (2010)
	37-46	Estado tardio de melhoria do desempenho com probabilidade favorável de obtenção de boas marcas	n/d	Suslov (1994)

Legenda: n/d: não definido

Como é de esperar, estas adaptações sofrem de uma variabilidade individual que depende de qual a altitude a que o atleta está exposto, quais os modelos de treino, e qual a resposta do atleta, tanto a nível cardíaco, ventilatório, hematológico, que refletem as respostas neuro-imuno-endocrinas desse individuo (Chapman, R. F., *et al*, 2014).

8.3. Métodos

8.3.1. Materiais e Procedimentos

Os oxímetros de pulso são constituídos por uma unidade principal - o oxímetro (a vermelho na figura) e um leitor de saturação arterial de oxigénio (O₂) e frequência cardíaca (a verde na figura).



Figura 4. Oxímetro usado para medição de exposição a altitude.

Igualmente a acompanhar esta unidade, existi um cabo USB que liga o oxímetro a um computador para descarregar a informação que exista na memória do oxímetro para o software próprio, para ver em tempo real as variáveis de interesse, ou para ficarem registados na memória do oxímetro.

Funcionamento

O leitor de saturação consiste numa “sonda” que entra no dedo por um lado e liga ao “*probe jack*” (entrada da sonda) do oxímetro. Na sonda existem duas ondas de luz que são lidas por um fotodetector. As diferenças na absorção de cada onda são medidas, o que permite distinguir entre oxihemoglobina e a sua forma desoxigenada. Assim é possível calcular a taxa de oxihemoglobina/hemoglobina desoxigenada. Igualmente, pode ler qual a frequência cardíaca via “pulso”. Essa medida acontece devido ao sangue arterial expandir e contrair em cada batimento cardíaco.

Informações no oxímetro

Para se iniciar o oxímetro basta carregar no botão branco que se encontra debaixo do visor. Basta carregar para ligar o oxímetro, onde a primeira informação que aparece é qual a versão do software.

No canto superior esquerdo do monitor podemos ver o símbolo de alarme (pode estar ligado ou desligado), qual a hora, um indicador de som, um indicador de bateria. Os números centrais do oxímetro são qual a saturação medida através dos números azuis (à esquerda no monitor) e os números a verde para a frequência cardíaca, no lado direito do monitor

(aparece uma barra amarela que é o indicador de expansão e contração do sangue arterial).
Na barra inferior do oxímetro pode-se ver a forma da onda do pulso.

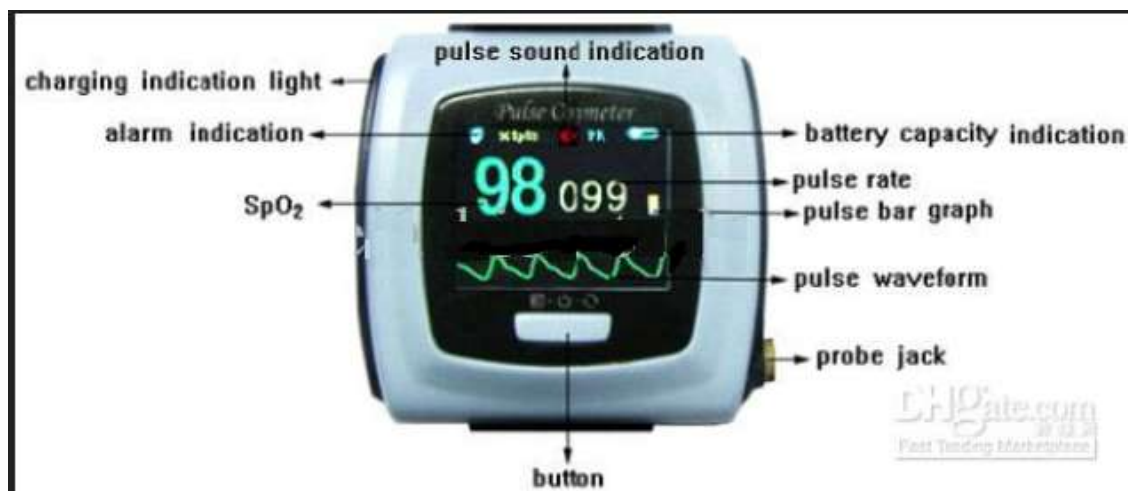


Figura 5. Informação no visor do oxímetro

Operações

Uma vez feito um controlo de qualidade inicial sobre os dados recolhidos, pode-se pedir ao software para gerar um relatório com os dados recolhidos, onde será replicada a representação gráfica, assim como um conjunto de valores que aparecem por defeito. Uma vez dado o OK, aparece um modelo de relatório que se encontra pronto para imprimir.

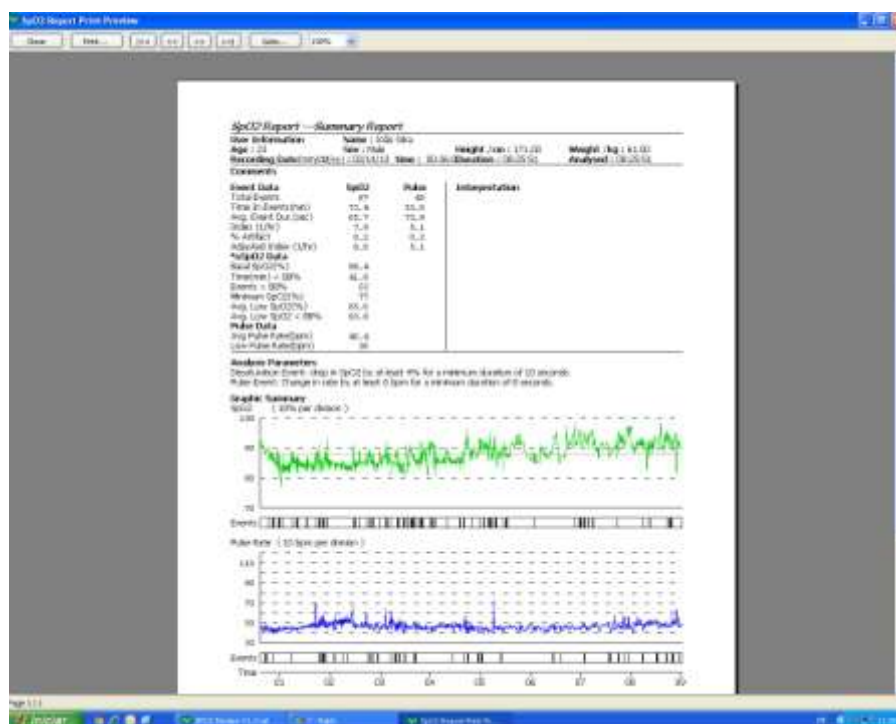


Figura 6. Exemplo de relatório de oxímetro

Relatório do oxímetro

Uma vez as operações realizadas, o valor médio de saturação, que é apresentado no relatório, é utilizado para a criação de carta de controlo.

Summary report

Report Title

User Information	Name :	Height /cm :	Weight /kg :	Time Length : 05:57:52
Age :	Sex :	Date(Y/M/D) : 2000/03/10	Nationality :	
Time : 23:44:41				
Comments :				

Event Data	SpO ₂	PR	Interpretation
Total Event	4	59	
Time in Event(min)	4.0	45.8	
Avg. Event Dur.(sec)	60.5	46.6	
Index(1/hr)	0.7	9.9	
Artifact(%)	9.4	9.4	
Adjusted Index(1/hr)	0.7	10.9	
SpO₂ Data			
Basal SpO ₂ (%)	91.5		
Time(min) <88%	0.3		
Events<88%	1		
Minimum SpO ₂ (%)	86		
Avg. Low SpO ₂ (%)	89.0		
Avg. Low SpO ₂ <88%	86.0		
PR Data			
Avg. Pulse Rate(bpm)	48.7		
Low Pulse Rate(bpm)	41		

Analysis ParametersDesaturation Event: drop in SpO₂ by at least 4%, for a minimum duration of 10 seconds

PR Event: Change in rate by at least 6 bpm, for a minimum duration of 8 seconds

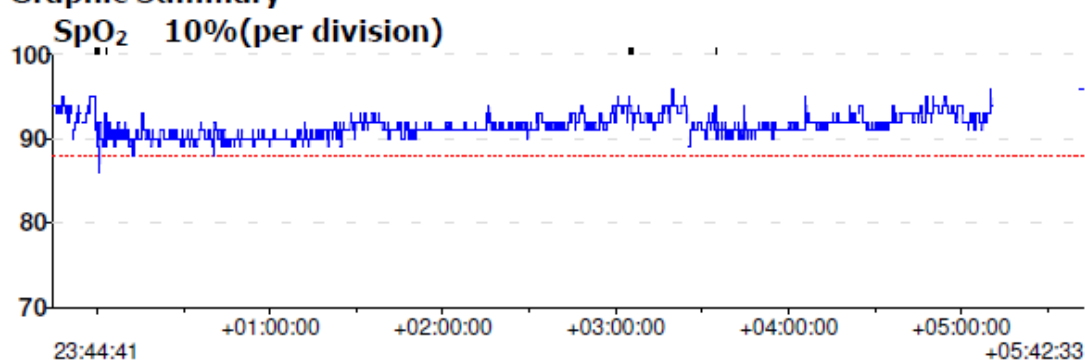
Graphic Summary

Figura 7. Valor médio de saturação após registo de permanência noturna.

8.3.2. Tratamento de dados

Para o tratamento dos dados, foram efetuadas quatro etapas. Foi realizado uma recolha de todos os dados disponíveis nas bases de dados individuais, por federações e por atleta. No caso de o atleta ter mais de que uma permanência, num período de cinco dias a contar do início da exposição, o valor médio das diferentes exposições foi considerado como o valor da semana. A etapa seguinte passou por definir o critério para a exportação de *outliers*, onde foram retirados da base de dados todos os valores que estavam abaixo, ou acima, de três desvios padrões à média. Posteriormente definiu-se o intervalo de altitude a ser estudado, situado neste caso entre os 2000 metros e 2500 metros, uma vez que esse é o intervalo de altitude mais vezes utilizado para permanências iniciais no PA do CAR-Jamor, e, aparenta ser o intervalo que melhor minimiza os efeitos negativos da aclimatização (Robert, C., &

Benjamin, D. L., 2007). Por fim, os valores médios foram usados para criar uma nova representação gráfica, com a proposta de um novo alvo e limites superiores e inferiores de controlo.

8.4. Resultados

Foram contabilizados cento e cinco indivíduos com uma primeira semana de exposição, setenta e quatro indivíduos com pelo menos duas semanas de exposição, e quarenta e seis indivíduos com três semanas seguidas de exposição.

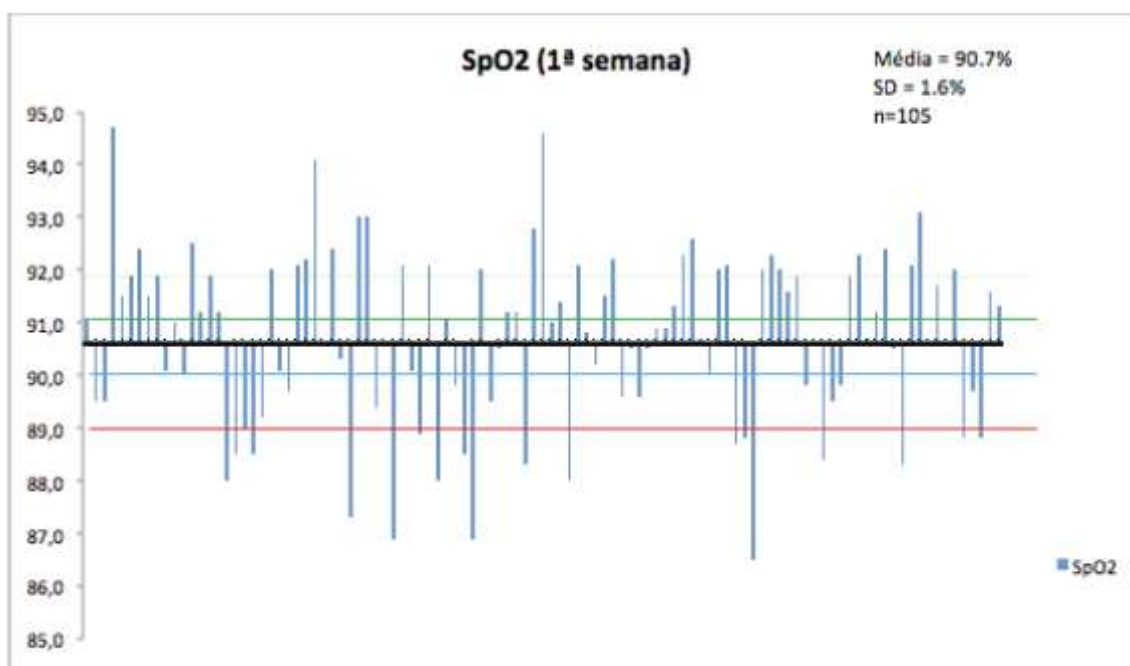


Figura 8. Representação de valores médios de S_pO_2 na 1ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR-Jamor (a cheio).

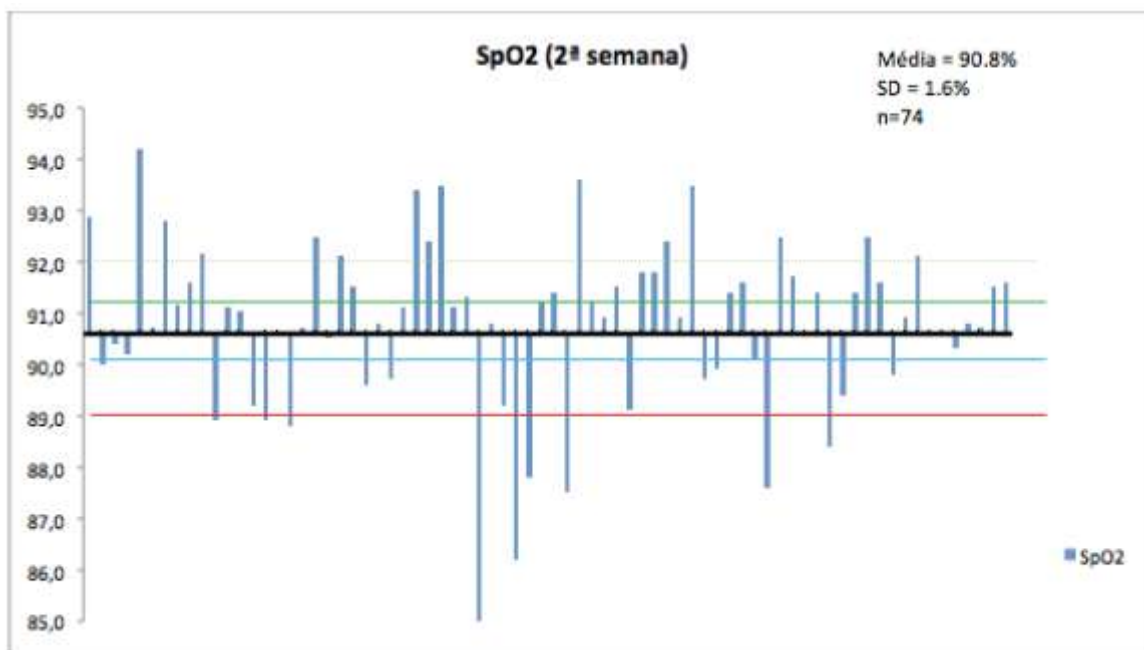


Figura 9. Representação de valores médios de S_pO_2 na 2ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR-Jamor (a cheio).

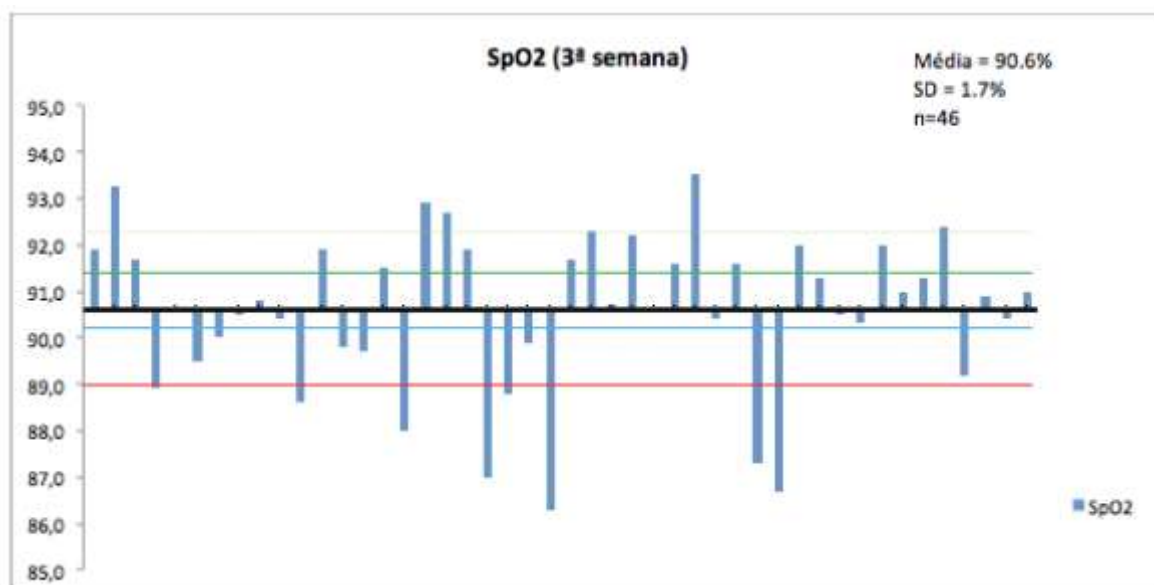


Figura 10. Representação de valores médios de S_pO_2 na 3ª semana, com novas propostas de limites (a picotado) e valores de âmbito clínico utilizado no programa Altitude do CAR-Jamor (a cheio).

8.5. Discussão dos resultados

Os dados observados mostram que podem ser estabelecidos novos limites para o valor médio de S_pO_2 , sendo que esta nova proposta é de valores de “âmbito desportivo”. Na primeira semana, verificou-se um aumento de 0,7% no valor médio, comparativamente com o de âmbito clínico. Na segunda semana, voltou-se a verificar um aumento de 0,8%, e por fim, na terceira semana, registou-se um aumento de 0,6%. O que, a nível de diferenças entre semanas de exposição foi um resultado surpreendente, pois não se verificou um aumento constante do valor médio ao longo da exposição. O valor de alvo clínico, assim como os valores para limite superior e inferior de controlo utilizados no PA, apesar de corretos para um controlo clínico hospitalar ou saúde laboral em altitude podem ser substituídos para valores mais “desportivos”, uma vez que a população alvo do PA no CAR-Jamor (atletas) terá necessariamente respostas diferentes quando em exposição à altitude simulada.

8.6. Bibliografia

Amelia, J. C., et al (2005). Increased Hypoxic Dose After Training at Low Altitude with 9h Per Night at 3000m Normobaric Hypoxia. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4): 776-782.

ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing (2003). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol 167, pag 12.

Chapman, R. F., Karlsen, T., Resaland, G. K., Ge, R. L., Harber, M. P., Witkowski, S., Stray-Gundersen, J., Levine, B. D., 1985. Defining the "dose" of altitude training: how high to live for optimal sea level performance enhancement. *Journal of Applied Physiology*, 15:116(6):595-603.

Damian, M., & Bruce, D., (1997). Physiological implications of altitude training for endurance performance at sea level: a review. *British Journal of Sports Medicine*, 31(3): 183-190.

Gore, C. J., Clark, S. A., Saunders, P. U., (2007). Nonhematological mechanisms of improved sea-level performance after hypoxic exposure. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 39(9): 1600-9.

Levine, B. D., e Stray-Gundersen, J., (1997). "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of Applied Physiology*, 83: 102-112.

Minhalma, R., Beckert, J., Alves, F., (2016). Métodos Hipóxicos e Desempenho em Natação. *Natação e Atividades Aquáticas. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais- Instituto Politécnico de Leiria*, Chapter, 10: 153-170.

Robert, C., Benjamin, D. L., (2007). Altitude Training for the Marathon. *Sports Medicine*, 37: 392-395.

Stray-Gundersen, J., Chapman, R. F., e Levine, B. D., (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *Journal of Applied Physiology*, 91: 1113-1120.

Urdampilleta, A., Muniesa, P. G., Portillo. M. P., Alfredo, J. M., (2011). Usefulness of combining intermitente hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 68: 289-304.

9. Iniciativa da criação de um novo serviço no CAR-Jamor, “Desenvolvimento e produção de baterias de exercícios de treino de força específicos da modalidade de halterofilismo, como complemento a programas de treino gerais”

9.1. Introdução

Um dos objetivos do estágio foi a criação de um novo serviço de apoio ao trabalho com atletas de alto rendimento. O CAR-Jamor possui uma instalação específica para a realização de programas de treino: a Sala de Treino de Atletas, este espaço permite aos treinadores desenvolver componentes essenciais ao treino como: força, velocidade, resistência e potência.

Desta forma, a aplicação de exercícios baseados em levantamentos olímpicos nos programas de treino de força podem desempenhar um papel fundamental na progressão do atleta, comparado a programas de treino tradicionais (Tricoli, Lamas, Carnevale, Ugrinowitsch, (2005); Chaouachi (2014); e Vladimir & Kraemer (2006). Exercícios como *Snatch* e *Clean*, permitem desenvolver uma relação positiva entre a força máxima e velocidade máxima, traduzindo-se na melhoria do desempenho, principalmente em modalidades de sprints e de saltos.

Desta forma, foi sugerido que o CAR-Jamor avaliasse a possibilidade da implementação de um conjunto de exercícios de “movimentos olímpicos para desenvolvimento da potência e velocidade”, na Sala de Treino, com atletas que não tenham esse modelo de treino instalado, para avaliar que melhorias podiam ocorrer, sobretudo nas variáveis força máxima, velocidade máxima e gesto técnico.

9.2. Metodologia

9.2.1. Materiais e Procedimentos

Foi elaborado um documento orientador junto dos técnicos da sala de treino, com maior proximidade do técnico Rui Pires, de modo a perceber que modalidades e atletas podiam beneficiar deste estímulo.

A bateria de exercícios foi dividida em i) aquecimento, ii) parte fundamental do treino e, iii) retorno à calma, tendo sido aprovada pelos técnicos de exercício da sala de treino do CAR-Jamor.

Foram selecionados 5 atletas da modalidade de canoagem sob visionamento do seu treinador, João Ribeiro, as quais receberam aulas de introdução ao halterofilismo, durante três dias por semana, com duração de 45 a 60 minutos, durante duas semanas. Só 3 dos 5 atletas concluíram a bateria de exercícios e foram avaliados. A forma de seleção foi por escolha do treinador da modalidade de canoagem.

Como os atletas não sabiam realizar os movimentos de *Snatch*/Arranque e *Clean & Jerk*/Arremesso, só passado duas semanas de treinos, foi realizada uma avaliação através de filmagens, para analisar os pontos cruciais de execução dos exercícios e a qualidade do gesto técnico.

9.2.2. Critérios de seleção para o programa de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais.

Atletas masculinos.

9.2.3. Critérios de exclusão para o programa de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais.

Foram excluídas do programa de halterofilismo como complemento a programas de treino gerais, todos aqueles atletas que apresentavam alguma patologia, não tivessem nunca tido nenhum contacto com o treino de força.

9.2.4. Planeamento

Uma vez que a duração desta iniciativa (duas semanas) não seria suficiente para se observar melhorias nos ganhos de força máxima e velocidade máxima, o planeamento de aulas teve como objetivo principal a aprendizagem, e desenvolvimento, dos movimentos *Snatch*/Arranque e *Clean & Jerk*/Arremesso.

Semana 1 e 2

1 sessão - Quarta 19/07

Demonstração dos Mov. Snatch (Arranque) e C&J (Arremesso)

- Snatch Balance 50%x3 60%x3 70%x3 75%x3x2
- Hang Power Snatch 50%x3 60%x3 65%x3 70%x2)x2
- Snatch Pull Over Knee + Power Snatch 50%2+1x3 60%2+1x3 70%2+1x3 75%2+1x3)x2
- Power Jerk (Behind The Neck) 60%5x5

2 sessão - Quinta 20/07

- Snatch Balance 50%x3 60%x3 70%x3 75%x3)x2
- Snatch Pull Over Knee + Power Snatch 50%2+1x3 60%2+1x3 65%2+1x3 70%2+1x3 75%2+1x3)x2
- Clean 50%x3 60%x3 70%x3 75%x3)x2
- Snatch Pull 70%x3 80%x3)x3

3 sessão - Terça 25/07

- Muscle Snatch + Snatch Balance 30kg 3+2)x3
- Power Snatch Over Knee + Snatch Over Knee 50%1+3 60%1+3 65%1+3 70%1+3 x3
- Clean Under Knee + Power Clean 50%1+1x3 60%1+1x3 70%1+1x3 75%1+1x3)x2
- Snatch Pull Under Knee 75%x3 85%x3)x3

4 sessão – Quarta 26/07

- Muscle Snatch + OverHead Squat (OHS) 40kg 3+3)x3
- Hang Snatch + Snatch Over Knee + Snatch 50%x1+1+2 60%x1+1+2 70%x1+1+2 75%x1+1+1)x3
- Hang Clean + Clean + F.S 50%3+3+3 60%2+3+2 70%1+3+1 75%1+2+1x4
- Jerk 60%x3 70%x3 80x3)x3

5 sessão – Sexta 28/07 (Avaliação Kinovea)

- Snatch 1rep Max
- C&J 1rep Max
- B.S Max 3reps

Figura 11. Planeamento do Programa de Introdução ao Halterofilismo.

9.2.5. Questionários

Para uma avaliação do trabalho realizado pelos atletas, foram aplicados questionários no primeiro e último treino, de forma a avaliar qual o grau de satisfação com a realização dos exercícios, dificuldade que sentiram na realização e aproveitamento dos treinos para serem aplicáveis à modalidade.

1	Satisfação	Sem Opinião	Nada Satisfeito	Pouco Satisfeito	Satisfeito	Muito Satisfeito
1.1	Qual o grau de satisfação com a realização dos exercícios	0	1	2	3	4

2	Dificuldade	Nenhuma dificuldade	Pouca	Média	Elevada	Muito Elevada
2.1	Qual o nível de dificuldade que sentiu na realização	1	2	3	4	5

3	Aproveitamento	Sim	Não
3.1	É aplicável à modalidade		
3.2	Acha que é útil para o treino		

Figura 12. Questionário de satisfação aos atletas na prática de exercícios de introdução ao halterofilismo.

Tabela 8. Avaliação do Questionário Inicial de satisfação aos atletas.

	Satisfação	Dificuldade	Aplicabilidade	Utilidade
Sujeito 1	4	4	Sim	Sim
Sujeito 2	4	3	Sim	Sim
Sujeito 3	4	3	Sim	Sim
Sujeito 4	4	4	Sim	Sim
Sujeito 5	3	3	Sim	Sim

Todos os atletas responderam que inicialmente achavam os exercícios aplicáveis à modalidade e com utilidade para o treino. Com uma média de satisfação de 4 e dificuldade 3.

Tabela 9. Avaliação do Questionário Final de satisfação aos atletas.

	Satisfação	Dificuldade	Aplicabilidade	Utilidade
Sujeito 1	4	3	Sim	Sim
Sujeito 2	4	4	Sim	Sim
Sujeito 3	3	3	Sim	Sim
Sujeito 4	-	-	-	-
Sujeito 5	-	-	-	-

Todos os atletas responderam no final da intervenção que achavam que os exercícios eram aplicáveis à modalidade e tinham utilidade para o treino. Com uma média de satisfação de 4 e dificuldade 3.

Os sujeitos 4 e 5 não compareceram no último dia.

9.3. Análise

A avaliação do gesto técnico dos movimentos *Snatch* ou Arranque e *Clean&Jerk* ou Arremesso, teve lugar no último dia da intervenção. Foi simulada uma prova, onde foi permitido aos atletas realizarem uma fase de aquecimento, seguindo-se o período de prova. Cada atleta possuiu três tentativas por levantamento para realizar a melhor marca, no primeiro período foi realizado o movimento de *Snatch* / Arranque, no segundo período foi realizado o movimento de *Clean& Jerk* / Arremesso.

Pontos de Execução *Snatch* ou Arranque:



Figura 13. Posição inicial do *Snatch*/Arranque

- 1- Posição Neutra da Coluna com pega afastada (tronco a 30° acima da linha horizontal, olhos no horizonte).
- 2- Ombros em ligeira rotação interna (parte de trás dos ombros apontados para fora)
- 3- Barra junto ao corpo, braços “inativos”.



Figura 14. Posição inicial e primeira puxada do *Snatch*/Arranque

- 4- Primeira puxada “*smooth*”! (até ao nível dos joelhos).
- 5- Segunda puxada “*no rush, wait*”! (Começar extensão da anca).
- 6- Acabar extensão da anca e joelhos (tronco 99% vertical, posição de maior velocidade de todo o movimento).



Figura 15. Extensão completa do *Snatch*/Arranque

- 7- Braços relaxados, cotovelos em cima (ombros devem permanecer para fora e por baixo da barra).
- 8- Agachamento profundo ou posição de power (Posição final com braços em total extensão).



Figura 16. Posição Final *Snatch*/Arranque

Pontos de Execução *Clean&Jerk* ou Arremesso:

- 1- Posição Neutra da Coluna com pega de Peso Morto (tronco a 30° acima da linha horizontal, olhos no horizonte).



Figura 17. Posição inicial do *Clean*/Arremesso

- 2- “Empurrar” a plataforma com os calcanhares (manter contacto com todo o pé).
- 3- Barra junto ao corpo, braços “inativos”.
- 4- Primeira puxada “smooth” (até ao nível dos joelhos).



Figura 18. Primeira puxada do *Clean*/Arremesso

- 5- Ombros devem continuar mais alto que a anca, e os braços em extensão completa e relaxados.
- 6- Segunda puxada “no rush, wait” Extensão da anca (criar e fechar triângulo de força).
- 7- Acabar extensão da anca e joelhos (tronco 99% vertical, posição de maior velocidade de todo o movimento, ombros devem permanecer apontados para fora e acima da barra).



Figura 19. Extensão completa, mais *High Pull* do *Clean*/Arremesso

8- Agachamento à frente (Posição final)



Figura 20. Posição de *Front Squat*/Agachamento à frente

Pontos de Execução *Jerk* ou Arremesso.

- 1- A barra deve “descansar” acima do peito e ao longo de toda a região superior dos ombros.



Figura 21. Posição de Inicial/ Preparação do *Jerk*

- 2- “*Dip*” a um quarto de agachamento! (Joelhos apontados para “fora” com pernas a realizar ligeira rotação externa).



Figura 22. *Dip* para o *Jerk*

- 3- “*Drive*” Explosiva extensão dos joelhos, seguido da extensão da anca (tronco deve permanecer na vertical).
- 4- “*The Split*” ultima porção do levantamento com o avançar do pé.



Figura 23. Posição Final *Clean&Jerk*/Arremesso

9.4. Resultados

A análise do gesto técnico fundamentou-se exclusivamente em avaliar os pontos de execução de cada levantamento.

Tabela 10. Avaliação dos pontos de execução do movimento *Snatch* ou Arranque dos atletas.

Pontos de Execução (<i>Snatch</i> / Arranque)	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3
1	Ok	No	Ok
2	Ok	Ok	Ok
3	Ok	Ok	Ok
4	Ok	Ok	No
5	No	No	Ok
6	No	No	No
7	No	No	No
8	Ok	Ok	No

Tabela 11. Avaliação dos pontos de execução do movimento *Clean&Jerk* ou Arremesso dos atletas.

Pontos de Execução (<i>Clean&Jerk</i> / Arremesso)	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3
1	Ok	Ok	Ok
2	Ok	Ok	Ok
3	Ok	Ok	No
4	Ok	Ok	No
5	Ok	Ok	No
6	No	Ok	Ok
7	No	No	No
8	Ok	Ok	Ok

Tabela 12. Avaliação dos Pontos de Execução do movimento *Jerk* ou Arremesso dos atletas.

Pontos de Execução (<i>Jerk</i> / Arremesso)	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3
1	Ok	Ok	Ok
2	Ok	Ok	No
3	Ok	Ok	No
4	Ok	Ok	No

Exemplos dos movimentos praticados pelos atletas:

Snatch/ Arranque



Figura 24. *Snatch / Arranque*

Clean&Jerk/ Arremesso





Figura 25. *Clean&Jerk/ Arremesso*

9.5. Discussão dos resultados.

Dos dados observados, em duas semanas os atletas conseguiram aprender os pontos de execução do movimento de *Snatch* / Arranque e do movimento de *Clean&Jerk* / Arremesso. No *Snatch* / Arranque, existiu dificuldade por parte de todos os atletas em concretizar os pontos de execução (5,6,7). No *Clean&Jerk* / Arremesso, existiu dificuldade por parte de todos os atletas em concretizar o ponto de execução 7. No *Jerk* / Arremesso, só um atleta não conseguiu concretizar o movimento de forma correta.

Dos três atletas avaliados, dois conseguiram executar os dois levantamentos de forma válida.

9.6. Bibliografia

Chaouachi, A., *et al.*, (2014). Plympic Weightlifting and Plyometric Training with Children Provides Similiar or Greater Performance Improvements Than Traditional Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6): 1483-1496.

Fleming, W. (2013) Complete Olympic Lifting Program Manual. 1nd ed, Athletes Acceleration, Inc./FORCE Fitness. North Attleboro.

Tricolo, V., *et al.*, (2005). Short term effects on lower body functional power development: weightlifting vs vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2): 433-7.

Vladimir, M. Zatsiorsky & William J. Kraemer. (2006) Science and Practice of Strength Training. 2nd ed, Human Kinetics.

10. Iniciativa de um tratamento de dados fisiológicos e metabólicos num estudo com manipulação alimentar e provas progressivas máximas.

10.1. Introdução

Para a análise científica de dados recolhidos no laboratório da UMDCT, do CAR-Jamor, foi analisada uma avaliação metabólica, pré prova máxima progressiva, em duas variáveis de interesse (glicemia e consumo de oxigénio (VO_2)).

A importância das avaliações máximas progressivas no CAR-Jamor prende-se com o facto que esta é a avaliação mais vezes pedida pelos treinadores para conhecer a capacidade aeróbia, a potência aeróbia e tolerância anaeróbia, para além do conhecimento de zonas de transição e domínios de intensidade, cruciais para a prescrição de exercício em treino desportivo

Nomeadamente, foram aproveitados os dados de um estudo experimental com intervenção alimentar pré- prova máxima progressiva, onde foram fornecidas aos atletas duas refeições diferentes no contudo de macronutrientes, sendo uma mais rica em hidratos de carbono, e outra mais rica em proteína e gordura.

A análise dos resultados permitiu saber qual o efeito de diferentes refeições no consumo de oxigénio sub-máximos, assim como no consumo de oxigénio máximo e tempo máximo em prova, assim como qual a utilização energética preferencial, mediante os resultados da glicémia.

10.2. Revisão de literatura

Existem estudos que mostram a importância da refeição pré exercício, (Romijn, 1993; Silvestre, 2008; Gregory, Woog, Matthews, VanLangen & Headçey 2011; Zhang, Nunez, Featjers & Hart, 2004; e Petit & Cureton, 2003), na caracterização do efeito da refeição no desempenho, e principalmente na regulação energética durante o exercício. Estudos de Murakami (2012), Gregory (2011), Tokmakidis (2008), Paul (2003), Raben (2003), Hawley

(2000), Whitley (1998) e Whitley (1997) manipulam macronutrientes na refeição pré-exercício, de modo a determinar a melhor maneira de otimizar a oxidação de ácidos gordos e um melhor desempenho desportivo.

A ingestão de hidratos de carbono antes do exercício normalmente reduz a mobilização e oxidação de ácidos gordos (Coyle, 1995; Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley & Coyle, 1997). Para além disso, o aumento da glicose sanguínea leva à libertação de insulina pelo pâncreas, que por sua vez inibe a oxidação de ácidos gordos e degradação de triglicéridos (Jensen, Caruso, Heiling & Miles, 1989; Coyle, Coggan, Hemmert, Lowe & Walters, 1985; Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley & Coyle, 1997, Ormsbee, Bach & Baur, 2014).

Estudos que têm examinado o efeito de uma refeição rica em hidratos de carbono no desempenho físico, tem mostrado resultados dispare, desde melhoria (Gleeson, M., 1986), diminuição (Costil, D. L., *et al.*, 1997) ou sem efeito (Febbraio, M. A., 1996). Estas diferenças em resultados é devido a um conjunto de respostas fisiológicas resultantes do metabolismo da glicose, e regulação pela hormona insulina da regulação energética, com diminuições de glicemia durante exercício, diminuição de libertação de glicose hepática e aumento de síntese de glicogénio muscular (Marmy-Conus, N., 1996).

A outra caracterização transversal de investigação nesta área é a utilização de modelos experimentais mais focados em tempo de prova, ou tempo para exaustão. Poucos são os estudos que tentaram relacionar o consumo de macronutrientes pré exercício com consumo de oxigénio durante a realização do mesmo. Febbraio, M. A., (2000), durante um exercício de 120 minutos, em *steady state* aproximadamente do VO_2 pico, observou que, uma ingestão prévia de HC (2g/kg), quando comparado com um placebo, causou um aumento de 0,8 l/min de VO_2 (2.95 ± 0.03 l/min para placebo vs 3.04 ± 0.04 l/min para HC). Já Tokmakidis, S. P., (2008) num estudo com onze homens ativos realizaram duas intervenções, uma com ingestão de glucose 1g/kg quinze minutos antes de um teste, e outro grupo placebo, sendo que o teste consistia em correr em tapete rolante por cinco minutos a 60% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ seguido de quarenta e cinco minutos a 70% do $\text{VO}_{2\text{max}}$. Os autores observaram que não havia diferença no consumo de oxigénio aos quinze minutos do teste (grupo glucose 34,2 mml/kg/min e grupo placebo 34,1 mml/kg/min). Em relação a tempo para a fadiga Febbraio, M. A., (2000) observou que não houve uma diferença significativa no tempo necessário para completar um teste máximo, pós teste dos 120 minutos, no grupo com ingestão de HC, com o grupo placebo. Tokmakidis, S. P., (2008) observou que o tempo para a fadiga foi 12,8% maior no grupo com ingestão de HC.

10.3. Métodos

10.3.1. Desenho do Estudo

Foi realizado um estudo transversal cruzado, com de duas condições, com ordem de condição aleatória e com uma amostra de conveniência. No entanto 14 participantes, ex-atletas, ex-atletas olímpicos e atletas recreativos foram incluídos no tratamento final.

10.3.2. Critérios de seleção

Foram aceites os indivíduos do género masculino, aparentemente saudáveis, com idades compreendidas entre os 25 e os 45 anos, com Índice de Massa Corporal (IMC) entre 20 e os 35 Kg/m² e fisicamente ativos, segundo os critérios do Colégio Americano de Medicina Desportiva (ACSM, 2013) com uma prática mínima de exercício físico semanal de 3 dias por semana.

10.3.3. Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os indivíduos que estavam com problemas de saúde, ou sobre o efeito farmacológico ou de suplementos que pudessem interagir com o metabolismo, ou que não cumpriram os procedimentos de standardização para controlo de variáveis independentes.

Por causa de não ter conseguido recolher as variáveis de interesse no teste cardiorrespiratório um dos sujeitos não teve dados recolhidos, pelo que foi retirado da base de dados do tratamento das variáveis ventilatórias.

10.4. Materiais e Procedimentos

A intervenção principal consistiu na ingestão, determinada aleatoriamente, de uma refeição pré-teste máximo progressivo rica em hidratos de carbono, ou, pobre em hidratos de carbono, com os participantes a servirem de controlo de si mesmo.

O estudo foi composto por três fases. Na primeira fase, os participantes preencheram o consentimento informado e um questionário com aos seus dados pessoais e de saúde, assim como um questionário de atividade física (IPAQ) e foram instruídos para o correto preenchimento do registo alimentar dos três dias precedentes à intervenção, sendo-lhes

fornecido após a explicação, um documento com toda essa informação. Este registo serviu para a caracterização alimentar e controlo dos três dias antes ao dia da intervenção, de modo a que os três dias prévios a cada intervenção fossem iguais, tabela 14. Na primeira visita ao CAR-Jamor, os participantes foram pesados em roupa interior para que nos dias de intervenção terem uma refeição personalizada, uma vez que a composição nutricional teve como base o peso corporal do participante. O peso em Kg foi medido numa balança mecânica SECA 711 e a altura, em cm, num estadiómetro SECA. Nesta mesma sessão foi escolhida, aleatoriamente, a refeição pré-treino com que o participante iniciava a intervenção.

A refeição rica em hidratos de carbono (HC) foi a refeição determinada como a refeição standard para este estudo, sendo construída para ser semelhante a uma refeição típica antes de uma sessão de exercício. Esta refeição, após uma consulta generalizada a populações que fazem exercício e nutricionistas que trabalham com este tipo de população, foi determinada ser um croissant com doce e um sumo natural ou de pacote. Esta refeição conteve 0,7 g de hidratos de carbono/ Kg de peso. Com base no valor energético obtido para a refeição HC, a refeição pobre em hidratos de carbono (PRO) foi adaptada a cada participante de modo a ter igual valor energético. A refeição HC consistiu num croissant do tipo brioche com doce de morango (Casa de Mateus) e sumo de laranja de pacote (Fresky) e, a refeição PRO numa barra hiperproteica (Atkins advantage crunch chocolate negro), amendoins naturais e queijo fresco tradicional (Pingo Doce). A caracterização das refeições encontra-se na tabela 15.

Para o primeiro dia de avaliação, foi indicado aos participantes para se apresentarem no laboratório em jejum e hidratados, para a realização da bioimpedância (Akern modelo Srl, Florença, Itália) de modo a obter os valores de massa gorda e massa isenta de gordura.

De seguida, procedeu-se à primeira recolha de sangue. O procedimento para a recolha de sangue consistiu, após desinfeção do dedo com álcool, de uma pequena punção com uma lanceta (Accu-Chek Safe- T-Pro plus). O sangue foi recolhido para capilares com 32 µl de heparina (Hirschmann Laborgerate) e de seguida colocado nas tiras de análise com o dispensador (Hirschamann Laborgerate). Foi avaliada a glicemia, com o medidor Accutrend Plus da Roche. O princípio do teste trata-se de uma reação glucose-oxidase/mediador. As tiras reagem especificamente com a molécula de glicose. Cada tira tem uma zona de teste que contém um reagente de deteção. Quando o sangue é aplicado, ocorre uma reação química que faz com que a zona de teste mude de cor. O aparelho mede esta alteração e converte-a numa concentração que é apresentada em mg/dL no ecrã do aparelho. As tiras

têm um intervalo de medição linear entre 20 a 600 mg/dL, com uma precisão menor ou igual a 6%.

Resíduos hospitalares, contaminado com agentes biológicos, foram colocados em contentores Cannon Hygiene, e todos os materiais cortantes com amostras biológicas foram colocados num dispensador rígido.

Depois de todas as avaliações iniciais realizadas, os participantes ingeriram a refeição num período máximo de cinco minutos, período definido de modo aos participantes não terem grandes variações no tempo de ingestão da refeição. Após vinte cinco minutos do início da refeição, foram avaliadas as variáveis bioquímicas (glicemia, trigliceridémia, lactatémia e cetonemia). De seguida, foi colocada a máscara para a análise de gases e a touca. O medidor de gases foi calibrado antes de cada sessão, estando sempre a calibração boa. De seguida, o participante iniciou a sessão de treino estabelecida. Esta sessão consistiu numa sessão de treino com teste aeróbio máximo progressivo em patamares de três minutos, com dois minutos prévios de recolha de variáveis respiratórias em repouso. A realização do teste foi num tapete rolante (h/p/ Cosmos Quasar). Durante toda a sessão de exercício, foi medido o quociente respiratório (QR) através do analisador de gases Jaeger CPX Carefusion através do programa de software SentrySuite 2.15. Este analisador de gases é um sistema metabólico automático que avalia o oxigénio através do princípio paramagnético diferencial e o dióxido de carbono pelo método de absorção de infra-vermelhos.

Os volumes destes gases são medidos através da turbina Triple V[®] com baixa resistência, VO₂ medido como a média de valores registados no último minuto do patamar, antes da mudança de patamar. A sessão de exercício começou com um aquecimento de dois minutos a 6 km/h. De seguida, a velocidade foi aumentada para 8 Km/h durante três minutos, depois de novo aumentada para 10 km/h, durante três minutos. No final destes seis minutos, foi realizada uma recolha sanguínea. A seguir, os patamares foram de três minutos para 12 km/h, 14 km/h, 16 km/h, com uma recolha sanguínea no final de cada patamar. Depois de três minutos a 16 km/h, o aumento foi de 1 km/h por minuto até ao máximo da capacidade volativa. Após atingido o máximo, houve 6 minutos de recuperação ativa a 4 Km/h. Ao longo do exercício, em cada mudança de patamar, o participante parou trinta segundos no final do patamar, de modo a haver recolha de sangue para as variáveis de interesse. Durante esses trinta segundos a velocidade não aumentava. No final da recolha, o participante era instruído para voltar ao tapete para continuar o teste. Desta forma, foram recolhidas amostras em 5 momentos durante o exercício. O mesmo procedimento foi repetido no dia da segunda intervenção.

10.5. Análise estatística

A caracterização da amostra foi realizada com análise descritiva e o comportamento das variáveis em distribuição Gausiana para análises de normalidades.

Para avaliar as diferenças entre momentos em cada variável de interesse, foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA), para amostras repetidas. O valor de p inferior a 0.05 foi considerado como estatisticamente significativo. Todas as análises foram realizadas com o software de tratamento estatístico de dados SPSS, versão 20.0.

10.6. Resultados

10.6.1. Caracterização dos participantes

Por não cumprirem o requisito de manter o nível energético e de macronutrientes semelhante nos três dias antecedentes à intervenção, cinco participantes foram excluídos da análise estatística por não ter sido possível realizar um match energético aceitável, na refeição pre-exercício. Desta forma, foram contabilizados para análise nove participantes ($36,33 \pm 6,71$ anos). Na tabela 13 apresenta-se a caracterização da amostra.

Tabela 13. Valores da amostra em variáveis de composição corporal.

Variável	X \pm DP
Peso (kg)	69,4 \pm 3,9
Altura (cm)	174,9 \pm 6,6
IMC (kg/m²)	22,7 \pm 1,0
Massa gorda (%)	12,1 \pm 4,0
Massa gorda (kg)	8,4 \pm 2,9
Massa isenta de gordura (%)	63 \pm 4,3
Massa isenta de gordura (kg)	44,0 \pm 3,5

Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos dias alimentares dos participantes, tanto a nível energético como de macronutrientes, antes das duas intervenções.

10.6.2. Caracterização dos hábitos alimentares

A formação recolhida foi codificada e introduzida no programa informático Food Processor (ESHA) versão 10.10, para a conversão dos alimentos em nutrientes. A escolha na utilização deste software teve em conta ser o utilizado e viável para caracterização nutricional na área de investigação uma vez que contém uma base de dados bastante

completa. Este programa utiliza a tabela de composição de alimentos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (EUA), e inclui alimentos crus e/ou processados. Esta base de dados inclui ainda conteúdos nutricionais de alimentos ou pratos culinários tipicamente portugueses, de acordo com informações nacionais.

Neste estudo foram analisados os seguintes parâmetros nutricionais: ingestão energética total (Kcal), hidratos de carbono totais (g), proteína total (g), gordura total (g). Não foram encontradas diferenças significativas entre intervenções para $p < 0,05$.

Tabela 14. Caracterização alimentar nos três dias antes da intervenção.

	Intervenção refeição pobre em hidratos de carbono	Intervenção refeição rica em hidratos de carbono
Energia (kcal)	1797,08 ± 413,43	1853,61 ± 361,96
Hidratos de carbono (g)	212,55 ± 48,20	281,33 ± 158,55
Lípidos (g)	61,01 ± 20,84	60,85 ± 18,35
Proteína	100,91 ± 41,65	104,31 ± 45,13

10.6.3. Caracterização dos hábitos de atividade física nos 3 dias antes da intervenção

Para a caracterização do dispêndio energético dos participantes, nos dias antes da intervenção, os mesmos registaram todo o tipo de exercício físico realizado nesses três dias, como indicado pela equipa de investigação. A análise foi realizada com base no artigo de Ainsworth, (2000).

Verificou-se que não havia diferença significativa ($p= 0,000$) entre as duas condições.

10.6.4. Caracterização do dispêndio energético semanal dos participantes

Com base nos IPAQs, constatou-se que nove participantes tinham um nível atividade física semanal alto.

10.6.5. Caracterização da refeição pré-exercício

As duas refeições pré-exercício tinham como objetivo ter o mesmo valor calórico, sendo a diferença na quantidade dos macronutrientes, como pretendido.

A refeição HC consistiu num croissant brioche com doce de morango e um sumo de laranja e, a refeição PRO em metade de uma barra hiperproteica, amendoins e queijo fresco.

Tabela 15. Caracterização das refeições pré-exercício.

	Energia (kcal)	Hidratos de carbono (g)	Proteína (g)	Lípidos
Refeição PRO	385,0 ± 23,7	15,1 ± 0,3	28,5 ± 0,7	22,2 ± 1,4
Refeição HC	406,0 ± 47,9	48,7 ± 5,4	6,9 ± 0,8	18,4 ± 2,5

10.7 Resultados do estudo

A análise dos resultados, permitiu observar o comportamento das variáveis glicemia, consumo de oxigénio (VO_2), ventilação (V) e quociente respiratório (QR), pré, durante e pós prova máxima progressiva.

Foi realizado o estudo da normalidade da distribuição para cada variável de interesse. O resultado desse tratamento é apresentado em forma de tabela com os valores estatísticos e as respetiva significâncias. Para cada variável de interesse, é apresentado antes o respetivo tratamento. Apesar da amostra reduzida, os comportamentos dos valores da amostra seguiram uma distribuição normal em quase todas as variáveis em tratamento.

Na variável glicemia a amostra na condição PRO teve dois momentos em sete, que não são iguais logo avançou-se para um tratamento estatístico paramétrico.

Para avaliar as diferenças entre momentos em cada variável de interesse, foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA), para amostras repetidas. O valor de p inferior a 0.05 foi considerado como estatisticamente significativo.

Para avaliar as diferenças entre condições foi utilizado o Teste T de comparações de médias emparelhadas. O valor de p inferior a 0.05 foi considerado como estatisticamente significativo.

Tabela 16. Tratamento da normalidade da distribuição VO₂.

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
GliM0PRO	,232	9	,178	,880	9	,158
GliM1PRO	,249	9	,115	,784	9	,014
GliM2PRO	,151	9	,200 [*]	,943	9	,611
GliM3PRO	,166	9	,200 [*]	,974	9	,928
GliM4PRO	,167	9	,200 [*]	,971	9	,901
GliM5PRO	,321	9	,008	,814	9	,030
GliM6PRO	,221	9	,200 [*]	,941	9	,594
GliM7PRO	,157	9	,200 [*]	,967	9	,864

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
GliM0HC	,157	9	,200 [*]	,928	9	,466
GliM1HC	,201	9	,200 [*]	,946	9	,646
GliM2HC	,131	9	,200 [*]	,943	9	,609
GliM3HC	,167	9	,200 [*]	,945	9	,639
GliM4HC	,482	9	,000	,447	9	,000
GliM5HC	,455	9	,000	,441	9	,000
GliM6HC	,214	9	,200 [*]	,877	9	,145
GliM7HC	,156	9	,200 [*]	,954	9	,736

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

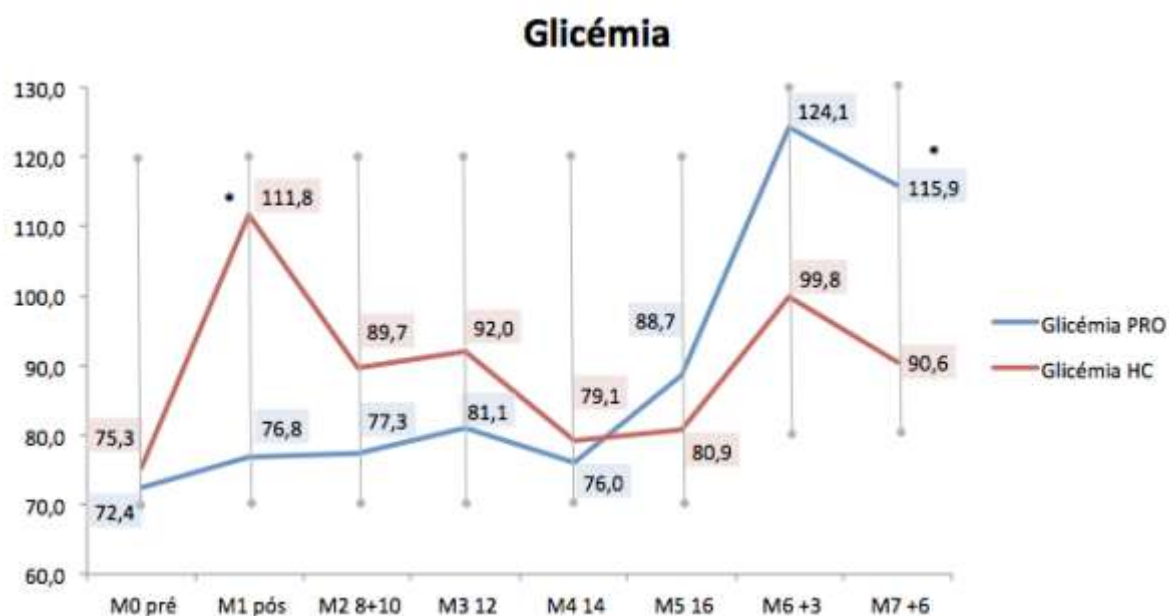


Figura 26. Valores de Glicémia nas duas condições nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.

Tabela 17. Tratamento da normalidade da distribuição VO_2 .

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
VM1PRO	,132	8	,200*	,968	8	,880
VM2PRO	,234	8	,200*	,917	8	,408
VM3PRO	,255	8	,135	,885	8	,210
VM4PRO	,233	8	,200*	,950	8	,709
VM5PRO	,226	8	,200*	,925	8	,468
VM6PRO	,206	8	,200*	,846	8	,087

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
VM1HC	,223	8	,200*	,865	8	,136
VM2HC	,291	8	,045	,872	8	,158
VM3HC	,163	8	,200*	,950	8	,716
VM4HC	,136	8	,200*	,970	8	,894
VM5HC	,236	8	,200*	,902	8	,299
VM6HC	,190	8	,200*	,927	8	,491

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Verificou-se que existem diferenças significativas no VO_2 cada vez que se mudou de patamar na condição PRO e HC. O efeito do teste, a transição de patamares no consumo de oxigénio foi similar para as duas intervenções independentemente da refeição. O que traduz que o efeito do teste é independente às refeições.

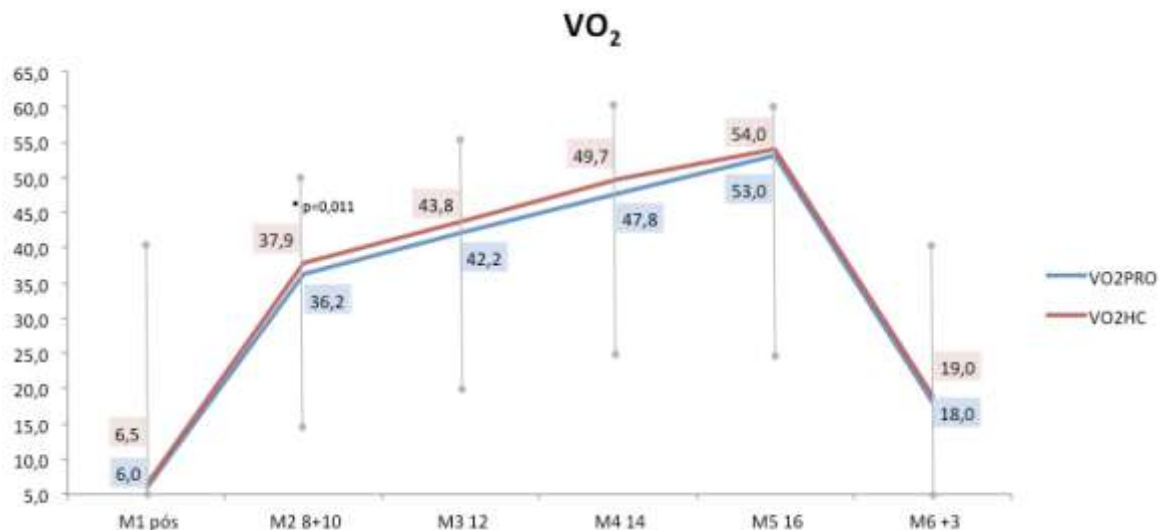


Figura 27. Valores de consumo de oxigénio (VO_2) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.

Durante o teste a condição PRO têm sempre valores no VO_2 mais baixos, sendo significativa a diferença no momento 2.

No momento 5 a 16km/h reparamos que os valores são sempre iguais, significa que na condição PRO houve uma maior eficiência (menor consumo de O₂ por patamar) que é atenuada no patamar onde a intensidade é maior.

Tabela 18. Tratamento da normalidade da distribuição V.

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
VO2M1PRO	,192	8	,200 [*]	,930	8	,516
VO2M2PRO	,231	8	,200 [*]	,848	8	,091
VO2M3PRO	,193	8	,200 [*]	,898	8	,276
VO2M4PRO	,277	8	,072	,806	8	,033
VO2M5PRO	,182	8	,200 [*]	,925	8	,474
VO2M6PRO	,186	8	,200 [*]	,939	8	,601

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
VO2M1HC	,226	8	,200 [*]	,828	8	,057
VO2M2HC	,189	8	,200 [*]	,924	8	,462
VO2M3HC	,131	8	,200 [*]	,979	8	,960
VO2M4HC	,232	8	,200 [*]	,929	8	,510
VO2M5HC	,169	8	,200 [*]	,951	8	,726
VO2M6HC	,200	8	,200 [*]	,890	8	,236

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Verificou-se que existem diferenças significativas na V cada vez que se mudou de patamar nos pares 6 e 3 e 6 e 2, de ambas as condição PRO e HC. O efeito do teste, passado três minutos do final do teste os valores não são significativamente diferentes do que estar a 8 e 10 km/h e a 12km/h.

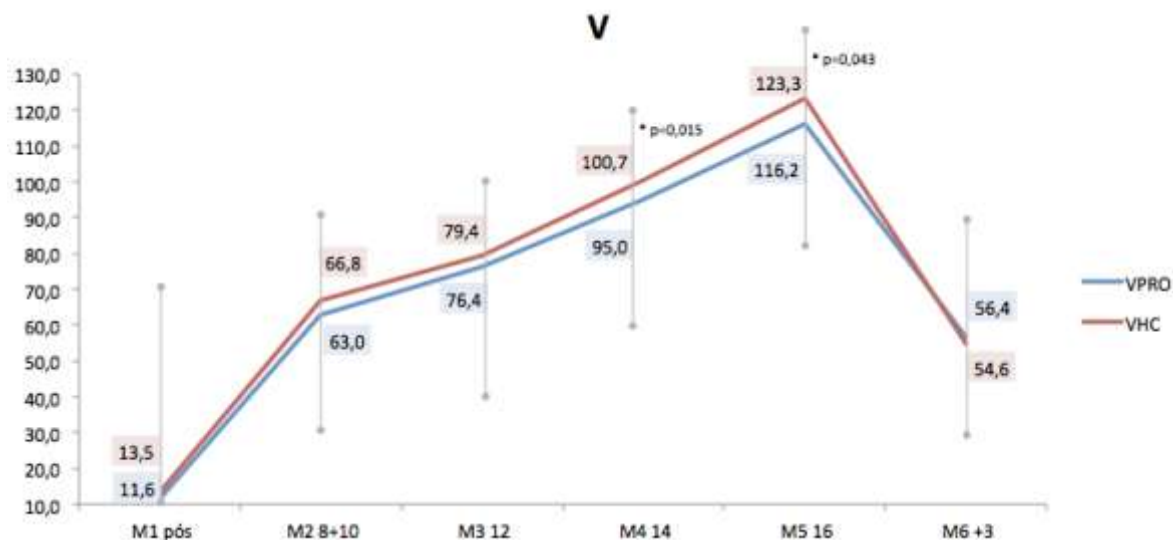


Figura 28. Valores de ventilação (V) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.

Durante o teste a condição PRO têm sempre valores na V mais baixos, sendo significativa a diferença nos momentos 4 e 5.

A condição PRO apresenta ser mais eficiente em intensidades mais elevadas (é preciso ventilar menos para realizar o mesmo trabalho), em intensidades mais baixas, momentos 2 e 3, não existe diferenças significativas entre condições.

Tabela 19. Tratamento da normalidade da distribuição QR.

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
QM1PRO	,210	8	,200*	,900	8	,287
QM2PRO	,149	8	,200*	,907	8	,330
QM3PRO	,190	8	,200*	,955	8	,762
QM4PRO	,212	8	,200*	,893	8	,251
QM5PRO	,132	8	,200*	,977	8	,948
QM6PRO	,267	8	,096	,885	8	,211

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
QM1HC	,193	8	,200 [*]	,928	8	,494
QM2HC	,199	8	,200 [*]	,926	8	,480
QM3HC	,159	8	,200 [*]	,900	8	,286
QM4HC	,151	8	,200 [*]	,958	8	,790
QM5HC	,176	8	,200 [*]	,948	8	,691
QM6HC	,218	8	,200 [*]	,920	8	,432

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Verificou-se que existem diferenças significativas no QR cada vez que se mudou de patamar na condição PRO e HC. O efeito do teste, a transição de patamares na condição PRO entre o momento 5 e 6 é similar, não havendo diferenças significativas. Na condição HC o momento 6 é similar ao momento 4 e 5, não havendo diferenças significativas, o momento 4 e 5 não têm diferença significativa e o momento 2 e 3 a amostra foi similar para as duas intervenções independentemente da refeição.

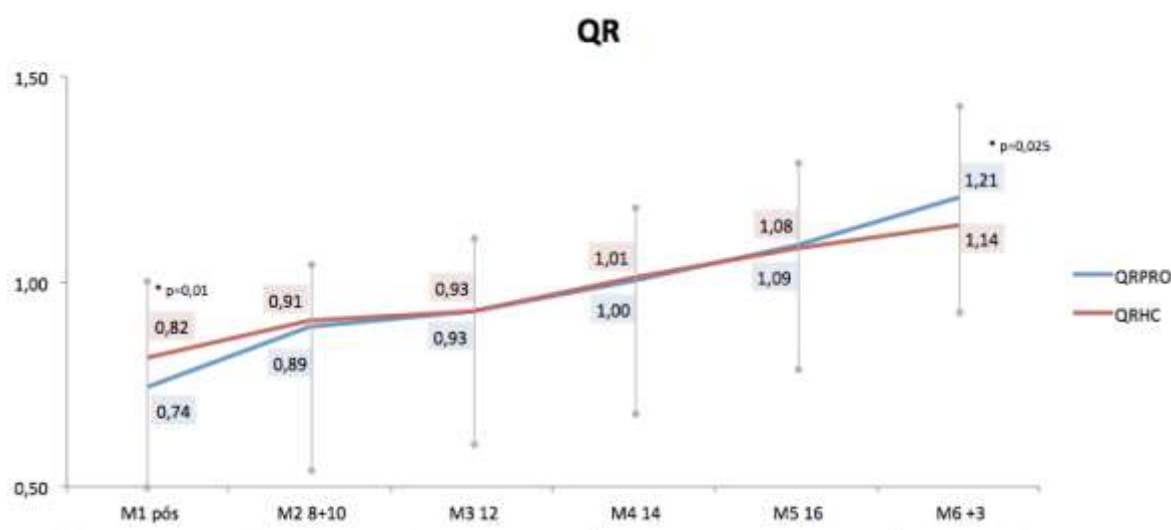


Figura 29. Valores de quociente respiratório (QR) no final dos patamares nos diferentes momentos da prova máxima progressiva.

Verificou-se que existem diferenças significativas no QR entre condições no momento 1 e 6. Onde no momento 1 (pós refeição/ pré exercício) a condição HC têm um QR mais elevado. No momento 6 a condição PRO têm um QR mais elevado em relação à condição HC.

Em relação ao consumo máximo de oxigénio (VO_2) e tempo máximo de prova (Tmax) entre condições, verificou-se que não existem diferenças significativas.

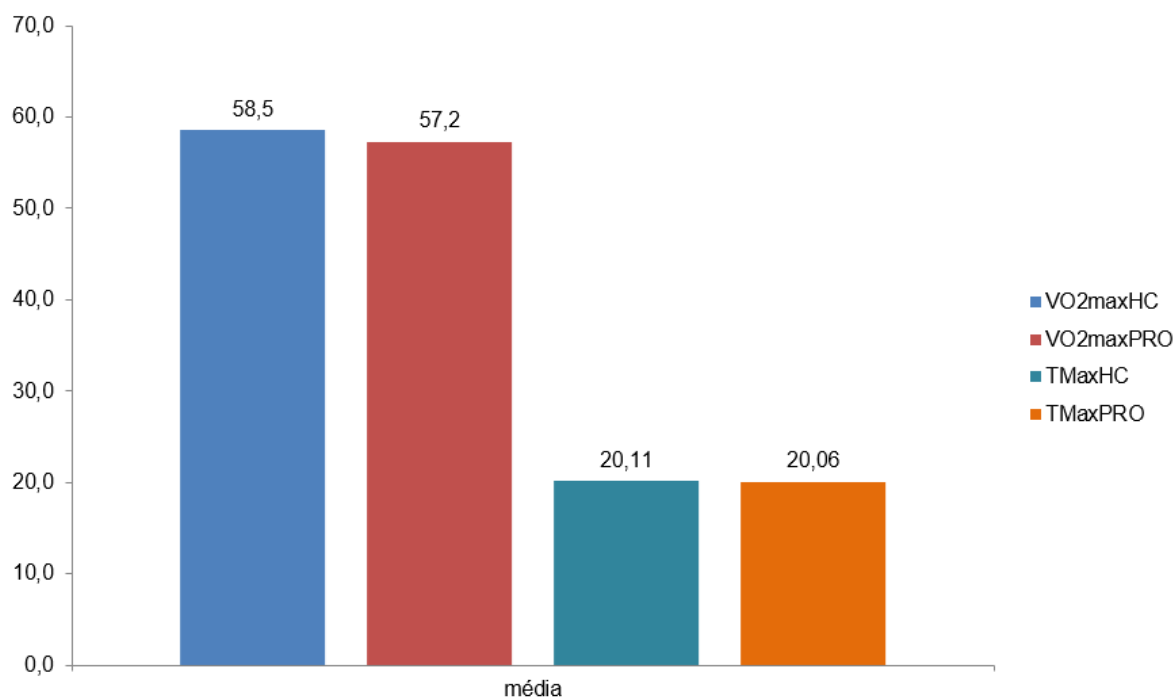


Figura 30. Consumo máximo de oxigénio, e tempo máximo de prova entre condições.

10.6.3. Discussão dos resultados

A refeição pre-exercício rica em hidratos de carbono aumentou significativamente a glicemia na condição HC relativamente à condição PRO (figura 25). Este resultado é esperado devido a carga glicémica da refeição (em média 51,8g por refeição, e 0,7g/HC por kg de peso). No início do teste progressivo máximo, de notar que seis minutos pós início de teste (3 min a 8km/h e 3 min a 10km/h), e 3 min a 12 km/h (+9min pós início do teste) a glicemia manteve-se significativamente elevada quando comparada com a condição PRO.

A refeição HC contribuiu para uma maior disponibilidade de glicose na circulação sanguínea, no primeiro patamar M2 e no segundo patamar (M3, 3min a 12km/h), que, nesta população se pode caracterizar por exercício em domínio de intensidade moderada. Esta observação é de particular importância, pois existe a convicção que uma sessão de exercício realizada neste

domínio de intensidade favorece a oxidação de ácidos gordos. No entanto, a utilização deste substrato depende do aporte de glicose para o músculo, neste caso favorecendo aquando de uma refeição pré exercício rica em HC. A ingestão de glicose pre exercício resulta num aumento de glicose muscular e diminui a produção de glicose hepática durante o exercício (Marmy-Conus, N., 1996).

Dependente do objetivo para que se destina o teste máximo progressivo, particularmente para prescrição de exercício para praticantes de exercício físico ocasional ou regular, para controlo do peso corporal, nomeadamente perda de massa gorda, e que treinam em domínios de intensidade moderada, o aumento significativo de glicémia pós refeição, que se verificou no primeiro patamar, associado a uma passagem da glicose do compartimento vascular para o muscular (Marmy-Conus, N., 1996), pode significar uma utilização preferencial da glicose como substrato energético, no lugar da oxidação de ácidos gordos.

Já para atletas, uma maior disponibilidade de glicose sanguínea e muscular permite trabalhar em domínio de intensidades superiores, o que é confirmado pelo valor significativamente mais elevado de consumo de oxigénio (VO_2) no primeiro patamar, o que permite a um atleta treinar com mais intensidade no domínio moderado, o que pode ser positivo em situações de início de época desportiva, recuperação de lesão, ou alternância de microciclos de treino. Porém, é também interessante reparar que os valores de VO_2 são mais elevados (apesar de não significativos, excepto em M1) na condição HC do que na condição PRO. Isto pode ser um argumento para uma maior eficiência em situação de teste progressivo, pois foi necessário menos utilização de oxigénio por carga (km/h) em cada patamar (tendendo a igualar no patamar com velocidade mais elevada, M5, 16km/h).

De notar que, seis minutos pós início de teste (3 min a 8km/h mais 3 min a 10km/h), e 3 min a 12 km/h (+9min pós início do teste) não houve diferenças significativas na ventilação em ambas as condições. Porém quando se transitou para o domínio de intensidade elevado e domínio de intensidade severo (3min a 14km/h e 3min a 16km/h) a condição PRO mostrou uma maior eficiência. Novamente, esta observação vai em sentido contrário a indicações dadas a atletas recreativos e de competição da ingestão elevada de HC antes de um treino, ou prova, de intensidades elevadas, (Coyle., 1995).

Relativamente ao valor do quociente respiratório (QR) no momento pós refeição/pre teste progressivo, (M1) a condição HC apresentou um valor significativamente mais elevado o que

se justifica pela elevação do valor de glicemia observado no M1, também significativamente mais elevado quando comparado com a condição PRO.

O facto de a condição PRO e HC terem valores sem diferenças significativas (e muito similares) durante a realização do teste progressivo, pode ser explicado por uma maior mobilização de glicogénio muscular para acompanhar a necessidade energética do aumento da intensidade na condição PRO. Enquanto na condição HC esse substrato energético (glicose) podia estar a ser assegurada pela entrada da glicose da circulação sanguínea para o tecido muscular.

No treino de alto rendimento este pode ser um fator determinante para o desempenho, porém, ao não se observar diferenças significativas novamente fica a sugestão que recomendações alimentares pre treino ou competição podem ser repensadas, (Volek, Noakes, Phiney, 2014).

Relativamente à questão da perda de massa gorda para controlo de peso corporal, fica o alerta que, neste desenho experimental, e com esta população, um QR mais elevado (maior utilização de glicose para processos energéticos durante o exercício, diminui a utilização ácidos gordos (Costil, D. L., *et al.*, 1977, e Horowitz, J. F., *et al.*, 1977), tanto em condição de glicemia elevada (condição HC) como de reservas de glicogénio repletas (condição PRO).

Fica a pista de investigação que poderá ser necessária uma investigação que poderá ser necessária uma investigação alimentar mais alargada do que controlo da refeição pre exercício, (Silvestre, R., 2012). Algumas das considerações apresentadas acima fazem ainda mais sentido quando se analisa a comparação entre condições no VO_2Max e TMax.

O facto de não terem sido observados diferenças significativas, e que os valores são muito similares, reforça a ideia que outras abordagens nutricionais para obtenção de rendimento máximo desportivo têm valor e devem ser estudadas com mais detalhe, (Chang, C. K., *et al.*, 2017).

10.7. Bibliografia

Chang, C. K., Borer. K., Lin. P., (2017). Low carbohydrate – high fat diet: Can it help exercise performance? *Journal of Human Kinetics*, 56: 81-92.

Costill, D. L., Coyle, E., Dalsky, G., Evans, W., Fink, W., Hoopes, D., (1997). Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. *Journal of Applied Physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 43(4): 695-9.

Coyle, E. F. (1995). Substrate utilization during exercise in active people. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61: 968S-979S.

Febbraio, M. A., Chiu, A., Angus, D. J., Arkinstall, M. J., Hawley, J. A., (1985). Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *Journal of Applied Physiology*, 89(6): 2220-6.

Febbraio, M. A., Stewart, K. L., CHO., (1985). Feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, (3): 1115-20.

Gregory, S., Wood, R., Matthews, T., VanLangen, D., Sawyer, J., & Headley, S. (2011). Substrate utilization is influenced by acute dietary carbohydrate intake in active, healthy females. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1): 59-65.

Gleeson, M., Maughan, R. J., Greenhaff, P. L., (1986). Comparison of the effects of pre-exercise feeding of glucose, glycerol and placebo on endurance and fuel homeostasis in man. *European Journal Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(6): 645-53.

Hawley, J. A., Burke, L. M., Angus, D. J., Fallon, K. E., Martin, D. T., & Febbraio, M. A. (2000). Effect of altering substrate availability on metabolism and performance during intense exercise. *British Journal of Nutrition*, 84: 829-838.

Horowitz, J. F., Mora-Rodriguez, R., Byerley, I. O., & Coyle, E. F. (1997). Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 273: 768-775.

Jensen, M. D., Caruso, M., Heiling, V., & Miles, J. M. (1989). Insulin regulation of lipolysis in nondiabetic and IDDM subjects. *Diabetes*, 38: 1595-1601.

Marmy-Conus, N., Fabris, S., Proietto, J., Hargreaves, M., (1985) Preexercise glucose ingestion and glucose kinetics during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 81(2):853-7.

Ormsbee, M. J., Bach, C. W., Baur, D. A., (2014). Pre-Exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients*, 29: 1782-1808.

Paul, D., Jacobs, K. A., Geor, R. J., & Hinchcliff, K. W. (2003). No effect of pre-exercise meal on substrate metabolism and time trial performance during intense endurance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13: 489-503.

Petit, D., & Cureton, K. J. (2003). Effects of prior exercise on postprandial lipemia. *Metabolism*, 52: 418-424.

Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F, Endert, E., Wolfe, R. R., (1993) Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Physiological Society*, 265: 380-391

Raben, A., Agerholm-Larsen, L., Flint, A., Holst, J. J., & Astrup, A. (2003). Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *The American journal of clinical nutrition*, 77: 91-100.

Silvestre, R. (2008). O argumento para a inclusão de uma dieta com baixos valores de hidratos de carbono no tratamento e prevenção da síndrome metabólica. *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo*, 3: 59-72.

Silvestre, R., Baracho, P., Castanheira, P., (2012). “Fisiologia da inatividade” um novo paradigma para entender os efeitos benéficos da prática regular de exercício físico em doenças metabólicas. *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo*, 7: 36-43.

Tokmakidis, S. P., Karamanolis, L. A., (2008). Effects of carbohydrate ingestion 15 min before

exercise on endurance running capacity. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 33: 441-449.

Tokmakidis, S. P., & Karamanolis, I. A. (2008). Effects of carbohydrate ingestion 15 min before exercise on endurance running capacity. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33: 441-449.

Volek, J. S., Noakes, T., Phinney, S. D., (2014). Rethinking fat as a fuel endurance exercise. *European Journal of Sports Science*, 15: 13-20.

Whitley, H. A., Humphreys, S. M., Campbell, I. T., Keegan, M. A., Jayanetti, T. D., Sperry, D. A., et al. (1998). Metabolic and performance responses during endurance exercise after highfat and high-carbohydrate meals. *Journal of Applied Physiology*, 85: 418–424.

Whitley, H. A., Humphreys, S. M., Samra, J. S., Campbell, I. T., Maclaren, D. P., Reilly, T., et al. (1997). Metabolic responses to isoenergetic meals containing different proportions of carbohydrate and fat. *British Journal of Nutrition*, 78: 15-26.

Zhang, J., Ji, L., Nunez, G., Feathers, S., & Hart, C. (2004). Effect of exercise timing on postprandial lipemia in hypertriglyceridemic men. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29: 590-603.

11. Apreciação global do estágio no CAR-Jamor

Uma das principais áreas de interesse, sempre foi o de trabalhar com maior proximidade com atletas de alto rendimento e neste ponto posso dizer que o estágio correspondeu ao esperado. Fiquei a conhecer de perto o trabalho que é realizado num centro de alto rendimento, bem como a sua importância e funcionamento perante as modalidades que procuram este serviço.

Este processo permitiu-me trabalhar uma diversidade de tarefas nas instalações, com uma equipa polivalente, que me ajudou a superar alguns desafios e contratempos que foram surgindo ao longo do estágio, nomeadamente a gestão do calendário dos atletas em conjunto com as tarefas de estágio e com o meu trabalho pessoal.

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao meu orientador, Doutor Ricardo Silvestre, pela sua inteira disponibilidade, prontidão e apoio que sempre demonstrou em qualquer que fosse a situação.

Agradeço igualmente ao Doutor João Beckert, coordenador da Unidade de Medicina Desportiva e Controlo de Treino e ao Doutor António Areia, coordenador do Centro de Alto Rendimento do Jamor, por me terem recebido da melhor forma e por terem permitido a realização deste estágio. Por último, a toda a equipa do departamento pela disponibilidade demonstrada e pela boa-disposição que os caracteriza.